

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

ISAC FOGAÇA

**CONTROLE ALTERNATIVO DA VOLATILIZAÇÃO DE AMÔNIA E DO
CASCUDINHO, *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae), EM CAMA DE
FRANGO**

ROLIM DE MOURA

2015

ISAC FOGAÇA

**CONTROLE ALTERNATIVO DA VOLATILIZAÇÃO DE AMÔNIA E DO
CASCUDINHO, *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae), EM CAMA DE
FRANGO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Ciências Ambientais como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais,
Sob a orientação do Dr. Elvino Ferreira.

ROLIM DE MOURA

2015

Ficha catalográfica elaborada por
Nágila Nerval Chaves CRB 6/363

F655c Fogça, Isac -

Controle alternativo da volatilização de amônia e do cascudinho,
Alphitobius diaperinus (Coleóptera: Tenebrionidae) em cama de frango. /
Isac Fogça; orientação Elvino Ferreira. – 2016.
85f. ; il.

Dissertação (Mestrado)- Fundação Universidade Federal de Rondônia.
Campus de Rolim de Moura. Programa de Pós-Graduação em Ciências
Ambientais, Rolim de Moura-RO, 2016.

1. Cama de frango. 2. Volatilização. 3. Amônia. 4. *Alphitobius
diaperinus*. I. Ferreira, Elvino. II. Título.

CDU- 631.861

ISAC FOGAÇA

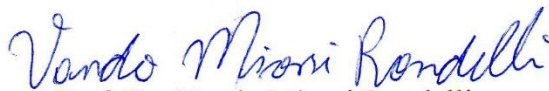
**CONTROLE ALTERNATIVO DA VOLATILIZAÇÃO DE AMÔNIA E DO
CASCUDINHO, *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae), EM CAMA DE
FRANGO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, Sob a orientação do Dr. Elvino Ferreira.

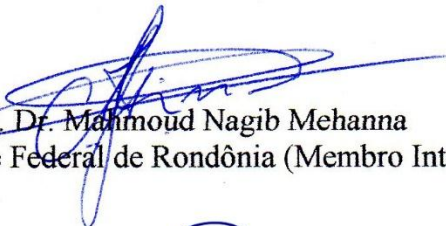
APROVADA: 25 de Novembro de 2015.



Prof. Dr. Elvino Ferreira
Universidade Federal de Rondônia (Orientador)



Prof. Dr. Vando Miossi Rondelli
Universidade Federal de Rondônia (Membro Externo)



Pesq. Dr. Mahmoud Nagib Mehanna
Universidade Federal de Rondônia (Membro Interno)



Prof.ª Dr.ª Iracy Soares de Aguiar
Universidade Federal de Rondônia (Membro Externo)

Dedico a minha esposa Eliete da Silva Fogaça e aos meus filhos pelo incentivo, apoio e compreensão, aos meus pais e irmãos que se orgulham de mim e a quem devo minha educação, e ao meu orientador Prof. Dr. Elvino Ferreira pelos esforços incondicionais.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela existência e a saúde concedida.

Aos meus pais, Candido Januário Fogaça e Leonilda Fogaça da Conceição, e irmãos por sempre me darem força durante toda a vida acadêmica.

A minha esposa, e filhos que são a razão da minha existência.

Ao meu orientador e amigo professor Dr. Elvino Ferreira, que em todos os momentos acreditou em mim e sem sua ajuda não poderia conquistar meus objetivos.

Ao professor Dr. Emanuel Maia amigo e co-orientador pela dedicação e competência em tornar o sonho do mestrado em realidade.

Aos membros da banca Dr. Vando Miossi Rondelli, Dr. Mahmoud Nagib Mehanna, e a Dr^a Iracy Soares de Aguiar, pelas valiosas colaborações.

Ao professor Dr. Jairo Rafael Machado Dias pelas valiosas colaborações.

Ao avicultor João Carlos Sonai, proprietário da granja Sonai, por se dispor a contribuir com a estrutura de sua avicultura para realização deste trabalho.

Ao servidor da granja Sonai “baixinho” pelos seus préstimo e colaboração na condução da pesquisa.

À professora Dr^a Thais Rabelo dos Santos, pelas contribuições e sugestões na

condução da pesquisa.

À Albertina Marangoni Bottega, Gerente Regional da EMATER-RO, pela amizade, ajuda e compreensão para realização do Mestrado.

A acadêmica Jessica Rodrigues Dalazen, ao meu filho Gustavo Isac Camilo Fogaça e sobrinhas Angélica da Silva Fogaça, Patrícia da Silva Fogaça, Ana Paula da Silva Fogaça e Erica de Lima Fogaça pela colaboração na realização da pesquisa.

A Adriano Reis Prazeres Mascarenhas, Maciel Silva Lemos e demais amigos do Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais, turma 2013, pela amizade construída.

Aos professores do Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais e ao Luciano Santos Magalhães, secretário do PGCA.

O senhor é o meu pastor; nada me faltará.

Deitar-me faz em verdes pastos guia-me mansamente a águas tranquilas.

Ainda que eu andasse pelo vale da sombra e da morte, não temeria mal algum, porque tu estás comigo; a tua vara e o teu cajado me consolam. (Salmos: cap. 23 vs.1, 2 e 4).

RESUMO

O Brasil tem se destacado na produção de carne de frango, isso tem gerado grandes quantidades de cama de frango que apresenta condições de pH, umidade e temperatura favoráveis a volatilização de amônia (NH_3) que é prejudicial a saúde das aves e seres humanos e ao desenvolvimento da principal praga da avicultura *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae), conhecido como “cascudinho.” Na busca de alternativas para redução da volatilização da amônia, foram avaliados em laboratório diferentes aditivos a 15% em 100 g de cama de frango. Entre os aditivos avaliados o óxido de zinco (ZnO) apresentou maior eficiência na redução da volatilização de amônia (ER) de 95,68%, seguido do superfosfato triplo (SFT) ER de 91,57%, superfosfato simples (SFS) ER de 84,28%, ácido bórico (H_3BO_3) ER de 65,95% e sulfato de cobre CuSO_4 ER de 54,98%, em relação a testemunha. Fatores como (pH, temperatura e umidade) podem ser indicados como principais desencadeadores do mecanismo de volatilização. Para o controle de adultos e larvas de *A. diaperinus* avaliou-se em laboratório, o extrato aquoso e alcoólico de cravo-da-índia a 40% (m/v), também foram avaliados o efeito do álcool etílico 96° a 1; 2,5; 5, 7,5 e 10% v/m e diluições de álcool (50% álcool e 50% água) nas mesmas concentrações em ambientes aberto e fechado, Ficou evidente que a mortalidade de *A. Diaperinus* está relacionado com a presença do álcool no extrato de cravo, na avaliação do álcool 96° ocorreu controle de 100% com álcool a partir de 2,5% em ambiente fechado e 5,0% em ambiente aberto e em diluição com água a partir de 5% em ambiente fechado e 10% em ambiente aberto.

Palavras-Chaves: Cama de frango. Volatilização. Amônia. *Alphitobius diaperinus*.

ABSTRACT

This work aims to show that Brazil has highlighted in the production of chicken meat; it has generated large quantities of chicken manure that has a condition of pH. It has humidity and temperature favorable as volatilization of ammonia (NH_3) that is harmful to the health of birds and humans, to the development of major pest of poultry *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae), known as "mealworm." Searching for alternatives to reduce the ammonia volatilization, it was evaluated in laboratory many different additives to 15% in 100g of chicken manure. Among the additives evaluated, was the zinc oxide (ZnO) that presented greater efficiency in reducing ammonia volatilization (ER) of 95.68%, followed by triple superphosphate (SFT) ER 91.57%, single superphosphate (SFS) ER 84.28% boric acid (H_3BO_3), and 65.95% ER and copper sulfate (CuSO_4) ER 54.98%, associated to the testifies. Factors such as (pH, temperature and humidity) that is indicated as the main triggers of the volatilization mechanism. For the controlling of the adults and larvae of *A. Diaperinus*, it was evaluated in the laboratory, the aqueous and alcoholic extract of clove 40% (w/v) it was also evaluated the effect of ethyl alcohol 96° to 1; 2.5; 5, 7.5 and 10% (v/m) dilutions of alcohol (50% alcohol and 50% water). It appeared the same concentrations in open and closed environments, it became clear that the *A. Diaperinus* mortality is associated with the presence of alcohol in the extract of the clove. In the evaluation of the alcohol 96° that controlled 100%, with ethanol from 2.5% to 5.0% in closed environment, in open air and dilution with water from 5% under confinement and 10% by open environment.

Key words: chicken litter. Volatilization. Ammonia. *Alphitobius diaperinus*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Amônia volatilizada em cama de frangos de corte com cinco ciclos de criação acrescida de diferentes aditivos na forma líquida e em pó em 144 horas da avaliação. Grupo dos aditivos promotores de volatilização.	37
Figura 2 - Amônia volatilizada em cama de frangos de corte com cinco ciclos de criação acrescida de diferentes aditivos na forma líquida e em pó em 144 horas da avaliação. Grupo dos aditivos inibidores da volatilização.....	37
Figura 3 - Amônia volatilizada em cama de frangos em relação à umidade inicial e a adição de 20, 40, 60, 80 e 100% de saturação de água em 24 e 48 horas de avaliação.	42
Figura 4 - Concentração média de amônia (mL m^{-3}) no interior dos aviários Dark House (1) e convencional (2) durante o período de criação na altura 0,01 m da cama de frangos utilizada por sete ciclo de criação.	44
Figura 5 - Concentração de amônia (ppm) no interior dos aviários: 1 - Dark House e 2 - convencional, durante o sétimo ciclo de criação a 1,0 m de altura da cama.	47
Figura 6 - Concentração de amônia (ppm) no interior dos aviários: 1 - Dark House e 2 - convencional, durante o sétimo ciclo de criação a 1,50 m de altura da cama	47
Figura 7 - Temperatura da cama de frangos em aviários Dark House (1) e convencional (2) durante o sétimo ciclo de criação das aves em maravalha.....	48
Figura 8 - Média de pH da cama de frangos em sistema Dark House (1) e convencional (2) durante o sétimo ciclo de criação das aves em maravalha.....	49
Figura 9 - Umidade em (%) da cama de frangos em aviários Dark House (1) e convencional (2) durante o sétimo ciclo de criação das aves em maravalha.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores ideais de temperatura ambiente e de umidade do ar, em função da idade para frangos de corte em sistema de criação intensiva.	22
Tabela 2 - Estimativa de amônia volatilizada em cama de frangos ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) com cinco ciclos de criação acrescida de diferentes aditivos na forma líquida e em pó.	35
Tabela 3 - Equações de regressão para volatilização de amônia e o coeficiente de determinação (R^2) em função de diferentes aditivos por um período de 144 horas.	35
Tabela 4 - Estimativa da volatilização relativa (VR%) e da eficiência na redução (ER%) da volatilização de amônia em cama de frangos de corte com cinco ciclos de criação acrescida de diferentes aditivos na forma líquida e em pó em 144 horas.	36
Tabela 5 - Valores de pH em água (1: 2,5) dos aditivos aplicados a cama de frangos de corte com cinco ciclos de criação e a avaliação de sua interação com a cama de frangos (1:5) após o período de avaliação de 144 horas.	38
Tabela 6 - Estimativa da volatilização de amônia ($\text{mg NH}_3 \text{ } 100 \text{ g}^{-1}$) em resposta aos tratamentos e em diferentes tempos (horas) em cama de frangos com cinco ciclos de criação.	40
Tabela 7 - Níveis de acidez ou alcalinidade, com pH em água (1: 2,5) dos reagentes usados como aditivos para estudo da volatilização de amônia em cama de frangos de corte com cinco ciclo de criação.	41
Tabela 8 - Estimativa da volatilização de amônia por período de 24 e 48 horas e por hora em diferentes níveis de saturação de umidade em cama de frangos com cinco ciclos de criação.	42
Tabela 9 - Emissão de amônia em aviários sistemas Dark House (1) e convencional (2) durante o ciclo de criação das aves em função da altura da coleta.	44
Tabela 10 - Emissão de amônia em aviários sistemas Dark House (1) e convencional (2) durante o período de criação das aves para altura de coleta de 1,0 m em cama com sete ciclos de criação.	46
Tabela 11 - Mortalidade em (%) de adultos e larvas de <i>A. diaperinus</i> (Coleoptera: Tenebrionidae), causada por extratos aquoso e alcoólico de cravo-da-índia com e sem a presença de ácido, após 48 horas.	73
Tabela 12 - Mortalidade em (%) de adultos do cascudinho, <i>Alphitobius diaperinus</i> (Coleoptera: Tenebrionidae), causada por diferentes concentrações e diluições de álcool, em dois ambientes, após 48 horas.	74

Tabela 13 - Mortalidade em (%) de larvas do cascudinho, <i>Alphitobius diaperinus</i> (Coleóptera: Tenebrionidae), causada por diferentes concentrações e diluições de álcool, em dois ambientes, após 48 horas.	75
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	14
2 CONTROLE ALTERNATIVO DA VOLATILIZAÇÃO DE AMÔNIA EM CAMA DE FRANGO	16
RESUMO.....	16
ABSTRACT	17
2.1 Introdução	18
2.2 Revisão da literatura	19
2.2.1 <i>Avicultura.....</i>	<i>19</i>
2.2.2 <i>Instalações</i>	<i>20</i>
2.2.3 <i>Ambiência</i>	<i>21</i>
2.2.4 <i>Cama de frangos.....</i>	<i>22</i>
2.2.5 <i>Aspecto ambiental.....</i>	<i>23</i>
2.2.6 <i>Qualidade do ar no ambiente avícola</i>	<i>24</i>
2.2.7 <i>Aditivos em cama de frango</i>	<i>27</i>
2.3 Material e Métodos.....	28
2.3.1 <i>Local do experimento</i>	<i>28</i>
2.3.2 <i>Densidade, umidade e caracterização inicial da cama.</i>	<i>29</i>
2.3.3 <i>Estudo de aditivos na volatilização de amônia (Experimento 1)</i>	<i>29</i>
2.3.4 <i>Experimento 2 (Ácidos e cravo)</i>	<i>32</i>
2.3.5 <i>Experimento 3 (Níveis de Umidade)</i>	<i>32</i>
2.3.6 <i>Experimento 4 (Monitoramento da qualidade do ar durante o ciclo de criação)</i>	<i>33</i>
2.3.7 <i>Análise estatística</i>	<i>34</i>
2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
2.4.1 <i>Experimento 1.....</i>	<i>34</i>
2.4.2 <i>Experimento 2.....</i>	<i>40</i>
2.4.3 <i>Experimento 3 (Níveis de Umidade)</i>	<i>41</i>
2.4.4 <i>Qualidade do ar</i>	<i>43</i>
2.4.5 <i>Análise econômica.....</i>	<i>51</i>
2.5 Conclusões	51

REFERÊNCIAS	53
3 CONTROLE ALTERNATIVO DO CASCUDINHO, ALPHITOBIOUS DIAPERINUS (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE), EM CAMA DE FRANGO	62
RESUMO.....	62
ABSTRACT	63
3.1 Introdução	64
3.2 Revisão da literatura	65
3.2.1 Cascudinho	65
3.2.2 Desempenho e aspecto sanitário das aves	66
3.2.3 Controle do cascudinho.....	67
3.3 Material e métodos	70
3.3.1 Experimento 1 (extrato de cravo-da-Índia)	70
3.3.2 Análise estatística	71
3.3.3 Experimento 2 (uso de álcool).....	71
3.3.4 Análise estatística	72
3.4 Resultados e discussão.....	72
3.4.1 Experimento 1 (extrato de cravo).....	72
3.4.2 Experimento 2 (uso de álcool).....	73
3.5 Conclusões	76
REFERÊNCIAS	77
CONCLUSÕES GERAIS	80
APÊNDICES	81
APÊNDICE A - Sistema de criação de aves e condução da pesquisas	82

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil ocupa posição de destaque na produção agropecuária mundial, em especial para as carnes, onde atualmente cerca de 40% da carne exportada no mundo tem origem no Brasil. Até 2020, a expectativa é que a produção nacional de carnes suprirá 44,5% do mercado mundial. Já a carne de frango representará 48,1% destas exportações (BRASIL, 2014, e 2015), isso devido ao crescimento do consumo anual de carne de frango projetado que é de 2,8% no período 2014/15 a 2024/25.

Este fato se deve a boa disponibilidade de matéria-prima (soja e milho), presença de cooperativas e empresas integradoras fortes e consolidadas, o bom faturamento das indústrias e avicultores integrados e a abertura de mercados não tradicionais como a China e a Índia (ZANCHET, 2008).

A avicultura como atividade de criação confinada produz grande quantidade de resíduo (cama de frango). Como desde 2001 o emprego de cama de frango e de qualquer outro produto de origem animal está proibido para alimentação de ruminantes (BRASIL, 2004), a cama de frango tem sido utilizada na agricultura no sentido de fornecer nutrientes para os vegetais atendendo tanto os conceitos do agronegócio quanto das leis de proteção ambiental e sanitária. No entanto, grande volume de cama de frango pode acarretar sérios impactos ao meio ambiente.

O nitrogênio na forma de amônio (NH_4^+) presente na cama de frango sob condições de umidade e pH é transformado em amônia (NH_3). A amônia é um gás que se difunde do esterco para a atmosfera por volatilização, e em níveis elevados pode causar diversos problemas entre eles: poluição atmosférica, menor desempenho das aves, redução do poder fertilizante do esterco, e até riscos à saúde dos operadores (SEIFFERT, 2000).

Atualmente a ventilação é o único método utilizado para eliminar a amônia do interior do aviário, no entanto se dentro dos aviários os níveis de amônia podem ser controlados, a emissão para a atmosfera não é minimizada (SEIFFERT, 2000). Este método de controle fica comprometido principalmente no inverno quando os ventiladores funcionam com menor frequência.

Portanto, estratégias de manejo que promovam a fixação de amônia minimizando seus efeitos prejudiciais sobre a saúde tanto do animal quanto humana, reduz impactos ambientais, obtenção de produtos de alta qualidade e custo menor atendendo aos conceitos de sustentabilidade.

O cascudinho, *Alphitobius diaperinus* (Panzer), pode ser considerado o principal inseto

praga veiculado a cama de frangos de corte. Originário da África Ocidental foi introduzido em outros países por meio de alimentos contaminados e, com o sistema de criação intensivo achou condições propícias para seu desenvolvimento (SALIN et al., 2000).

Os cascudinhos são considerados portadores e vetores de agentes patogênicos, como bacterianos (*Escherichia coli* e *Salmonella* sp.), virais (doença de Gumboro e Marek), fungos e protozoários (PAIVA, 2000). As aves que ao ingeri-los tem sua conversão alimentar reduzida, devido à diminuição do consumo de ração balanceada (MARQUES, 2010). Segundo Matias (1999), têm-se observado que as aves infectadas por ele apresentam o fígado friável, fato este atribuído às toxinas da quinona. Muitas dessas aves, ao ingerirem a carapaça rígida dos insetos adultos, podem ter hemorragia em função dos danos provocados na moela.

O cascudinho é considerado uma praga de difícil controle. Onde método mais utilizado é o controle químico principalmente à base de piretroides e organofosforados tendo como consequência: eliminação dos inimigos naturais, surgimento de populações de insetos resistentes e barreira comercial a carne em países da União Europeia, onde estes inseticidas são proibidos pelo efeito residual na carne (ALVES et al., 2006; JAPP et al., 2010), e tóxico para peixes (MONTANA et al., 2012).

Assim o objetivo desse trabalho foi o de avaliar diferentes aditivos aplicados a cama de frangos no sentido de verificar sua eficiência na redução dos níveis de amônia volatilizada, bem como no controle cascudinho, *Alphitobius diaperinus* (Panzer).

2 CONTROLE ALTERNATIVO DA VOLATILIZAÇÃO DE AMÔNIA EM CAMA DE FRANGO

RESUMO

O Brasil é maior exportador e o terceiro maior produtor mundial de carne de frango. Isso tem gerado grandes quantidades de resíduo chamado de cama de frango que geralmente é constituída de maravalha e tem a finalidade de evitar o contato direto das aves com o piso evitando lesões em regiões como o peito e coxim plantar, reduzir a temperatura nos aviários, absorver água, incorporar fezes, urina, penas e ração. Na cama de frango estão presentes condições de pH, umidade e temperatura favoráveis a volatilização de amônia (NH_3), sendo esta prejudicial a saúde das aves e seres humanos, o limite máximo de exposição a amônia é de 20 ppm, que comumente atingem até 50 ppm na última semana de criação, provocando doenças respiratórias, irritação nos olhos, fadiga entre outros, comprometendo o rendimento zootécnico das aves. Foram avaliados diferentes aditivos a 15% para redução da volatilização da amônia em 100 g de cama de frango, sendo realizadas 6 avaliações a cada 24 horas e o monitoramento do (pH, temperatura e umidade) a cada 7 dias durante o ciclo de criação. Houve interação entre a parcela principal (aditivos) e as subparcelas (tempo, h) para amônia volatilizada. Entre os aditivos redutores, o óxido de zinco (ZnO) apresentou maior eficiência na redução da volatilização de amônia (ER) de 95,68%, seguido do superfosfato triplo (SFT) ER de 91,57%, superfosfato simples (SFS) ER de 84,28%, ácido bórico (H_3BO_3) ER de 65,95% e sulfato de cobre CuSO_4 ER de 54,98%, em relação a testemunha. Os ácidos orgânicos avaliados promoveram a redução na volatilização e os fatores estudados (pH, temperatura e umidade) podem ser indicados como principais desencadeadores do mecanismo de volatilização.

Palavras-chaves: Volatilização. Amônia. Cama de frango. Aditivos alternativos.

ABSTRACT

Brazil is the largest exporter and the third largest producer of chicken meat. It has generated large amounts of waste called poultry litter which generally consists of wood shavings and has the purpose of avoiding direct contact of the birds with the floor, avoiding damage in regions such as the breast and footpad, reduce the temperature in aviary, absorb water, incorporate feces, urine, feathers and feed. In poultry litter are present pH conditions, humidity and favorable temperature volatilization of ammonia (NH_3), which is harmful to the health of birds and human beings. The maximum exposure to ammonia is 20 ppm, which commonly reaches up to 50 ppm in the last week of creation, causing respiratory diseases, eye irritation, fatigue, among others, affecting the livestock income of birds. They evaluated different additives to 15% to reduce volatilization of ammonia in 100 g of poultry litter, being performed 6 evaluations every 24 hours and the monitoring pH, temperature and humidity every 7 days during the breeding cycle. There was interaction between the main portion (additives) and the subplots (time, h) to volatilized ammonia. Among reducing additives, zinc oxide (ZnO) showed greater efficiency in reducing volatilized ammonia (ER) of 95.68%, followed by triple superphosphate (TSP) ER 91.57%, superphosphate (SFS) ER 84.28% of boric acid (H_3BO_3), and 65.95% ER ER CuSO_4 copper sulfate 54.98% compared to control. Evaluated organic acids promoted the reduction in volatilization and the factors studied (pH, temperature and humidity) can be indicated as the main triggers of volatilization mechanism.

Key words: volatilization. Ammonia. poultry litter. Alternative additives.

2.1 Introdução

A avicultura brasileira possui as maiores taxas de crescimento mundial, por ser a atividade mais eficiente e baixo custo para se produzir proteína animal visando a alimentação humana (ADAMI, 2012).

Esta atividade gera grande quantidade de resíduo, representado pela cama de frango que é constituída de material absorvente como a maravalha, palha de café, de arroz, entre outros, os quais são depositados ao chão do galpão a fim de promover a absorção da umidade, fezes, isolamento térmico, além de proporcionar uma superfície macia para as aves, evitando a formação de calo no peito e lesões no coxim plantar das aves (HERNANDES et al., 2002). O material destinado a cama, por representar custo a empresa é geralmente reutilizado por várias vezes, servindo a seis ou mais lotes consecutivos (AVILA et al., 2007).

Com os ciclos de criação há a deposição de excremento os quais enriquecem a cama com nitrogênio e gera condições para o estabelecimento de microorganismos a qual promove a volatilização de grandes quantidades de amônia (NH_3) no ar do ambiente dos galpões. Esse enriquecimento do ar por amônia representa um grave problema encontrado pelos criadores de aves (HERNANDES; CAZETTA et al., 2001) já que amônia é um gás tóxico e juntamente com ela há a formação de outros gases e a suspensão de partículas. As aves submetidas a altas concentrações de amônia apresentam perdas produtivas e maiores taxas de mortalidade (DONHAM et al., 2002).

Essa característica também representa um problema ambiental comprometendo a qualidade do ar, tanto quanto para as aves, como para os trabalhadores ligados a atividade. Assim há interesse em se estudar esse sistema de produção animal no intuito de mitigar tais problemas, bem com gerar condições tecnológicas para o aproveitamento do nitrogênio, volatilizado como amônia, focando tanto o bem-estar das aves que vivem em total confinamento, quanto a dos trabalhadores que permanecem de 4 a 8 horas por dia nesse ambiente de trabalho (NÄÄS et al., 2007).

No Brasil, não existem limites legais para a exposição de aves à amônia, entretanto exportadores de carne de frango adotam o limite de exposição constante máximo de 20 ppm, contudo as concentrações de amônia em sistemas de criação intensiva fechados podem apresentar, na última semana de produção, valores de até 50 ppm (MIRAGLIOTTA, 2000).

Aditivos químicos podem ser incorporados à cama de frangos no intuito de reduzir os níveis de volatilização de amônia (OLIVEIRA et al., 2003), no entanto o que pode representar uma solução rápida carece de avaliação econômica e da composição do produto final uma vez

que nem todos os possíveis aditivos podem apresentar características de interesse agrícola a cama de frangos.

2.2 Revisão da literatura

2.2.1 Avicultura

A produção de carne de frango em 2014 foi de 86.077 milhões de toneladas, o Brasil é o terceiro maior produtor mundial ficando atrás dos Estados Unidos e da China, no entanto é o maior exportador deste tipo de carne com 4.099 milhões toneladas, seguido por EUA e EU-27 com 3.297 e 1.100 milhões toneladas, respectivamente. Entre os principais importadores temos o Japão seguido pela Arábia Saudita, Iraque, México, EU-27 (ASSOCIAÇÃO..., 2015).

No cenário nacional brasileiro a indústria de frangos de corte teve um importante desenvolvimento, passando de 5,98 milhões de toneladas em 2000 para 12,69 milhões em 2014. Atualmente 32,3% da produção é exportada e 67,7 % fica no mercado interno em função do crescimento do consumo per capita de carne de frango que subiu de 29,91 para 42,78 kg/habitante neste período (ASSOCIAÇÃO..., 2015), gerando cinco milhões de empregos diretos e indiretos e respondendo por 47% das carnes produzidas no país, sendo tal reflexo representado por 1,50 % do Produto Interno Bruto (PIB) o que corresponde a 8,5 bilhões de dólares em exportações (ASSOCIAÇÃO..., 2014).

Em Rondônia a produção de carne de frango ainda é pouco expressiva em relação a produção nacional, participando apenas com 0,21% do total de frangos abatidos no País (ASSOCIAÇÃO..., 2014). No entanto, nos últimos anos, a avicultura comercial vem crescendo com a presença da indústria “Globoaves” que atua em sistema de integração com os pequenos e médios avicultores da região sudoeste do Estado. Atualmente esse sistema conta com 36 avicultores integrados totalizando 120 galpões com capacidade média de alojamento de 25.000 aves cada um, totalizando um rebanho de 2,5 milhões de aves alojadas e uma produção anual de 31.680 toneladas de carne de frango a qual 60% da produção abastecem o mercado de Rondônia sendo restante destinado para o Amazonas, Acre e Roraima (GLOBOAVES, 2015).

O sistema de integração acontece com a integradora fornecendo ao integrado, a ave de um dia, a ração para alimentação e a assistência técnica. O integrado se responsabiliza pela construção dos aviários e instalação dos respectivos equipamentos, de acordo com as determinações da integradora. A ave é entregue quando a mesma estiver com o peso

apropriado para o abate. O pagamento é feito de acordo com indicadores técnicos constantes do contrato de integração celebrado entre as partes. A integradora, portanto, terceiriza a engorda das aves junto aos produtores integrados (PAULILO, 1990).

Entre as vantagens da avicultura integrada está a viabilidade da pequena propriedade através da manutenção da mão-de-obra no campo, escala de produção evitando emprego temporário, receita a cada 60 dias, o que gera capital de giro para manter a propriedade, utilização de tecnologia de ponta (ASSOCIAÇÃO..., 2014) e permanência do Homem no campo.

2.2.2 Instalações

Nos últimos anos, a produção avícola brasileira tem se desenvolvido com eficiência principalmente relacionada a fatores, como: melhoramento genético de linhagens, insumos, investimentos em tecnologias de automatização, controle das condições sanitárias, aperfeiçoamento de pessoal quanto ao manejo das aves, além do sistema de produção integrado (BRASIL, 2012; OLIVEIRA; NÄÄS, 2012), redução da mortalidade, no aumento da capacidade de conversão alimentar, na diminuição da idade de abate e na velocidade de crescimento das aves, no sentido de obter maior produtividade para o setor (VIEIRA; DIAS, 2005). Entretanto, fatores interferentes como temperatura e umidade relativa em países de clima tropical e subtropical ainda requerem aprimoramento tecnológico dos ambientes de criação (TINÔCO, 1998).

Para a dinamização dos níveis e condições tecnológicas a Embrapa/Suíños e Aves realizou uma padronização dos sistemas de criação existentes, sendo eles nomeados como: Sistema Convencional; Sistema Semiclimatizado, Sistema Climatizado, Sistema Dark House, Brown House, Blue House e Green House e Aviários Gigantes (ABREU; ABREU 2010).

Dentre os sistemas, o Dark House de produção de frangos de corte é considerado o de maior nível tecnológico por permitir o controle das condições internas do galpão (iluminação, temperatura, exaustores para gerar pressão negativa, sistema de resfriamento por nebulização ou *pad cooling*), o que permite redução no tempo de abate, menor custo com mão de obra (comedouros e bebedouros automatizados), maior conversão alimentar (controle da intensidade de luz por meio de *dimmer* as aves ficam mais calmas) (GALLO, 2009; ABREU; ABREU, 2011). Esse sistema, chamado de “dark” pelo uso cortina e forro em polietileno preto é muito utilizado nos Estados Unidos e com crescente adoção, nos últimos 10 anos, no Brasil, principalmente na região Oeste do Paraná (MARÇAL, 2009). Com maior número de aves

alojadas e melhores índices de desempenho zootécnico, a remuneração do produtor aumenta, compensando os investimentos nesta tecnologia (GALLO, 2009).

2.2.3 *Ambiência*

A criação de aves nas regiões tropicais e sub-tropicais têm sido associada ao estresse calórico resultante de altas temperaturas no verão. Como consequências do estresse calórico, há declínio na produtividade, diminuição do consumo de ração e aumento da mortalidade (MÜLLER, 1982; ABREU et al. 1999). No aspecto nutricional, as aves são capazes de regular sua temperatura corporal, mas de maneira ineficiente para as condições de criação intensiva, já que 80% da energia ingerida é utilizada para manutenção da homeotermia e apenas 20% para produção (BAÊTA; SOUZA, 1997; ABREU; ABREU, 2011).

Segundo Lana (2000), a temperatura ambiente é considerada o fator físico de maior efeito no desempenho de frangos de corte, por exercer grande influência no consumo de ração e, com isto, afetar diretamente o ganho de peso e a conversão alimentar. Aves criadas em altas temperaturas apresentam pesos de carcaça, de peito, de coxa e sobrecoxa em média, 14% menor (LANA et al., 2000). A produtividade ideal para frangos de corte só pode ser obtida quando a ave estiver submetida a uma faixa de temperatura ambiente adequada, na qual não ocorra nenhum desperdício de energia tanto para compensar o frio, ou para gerar calor, ou seja, na faixa de ternoneutralidade (CURTIS, 1983; TINÔCO, 2001; SILVA; NÃÃS, 2004).

Para as aves adultas temperaturas entre 15 e 28°C determinada à condição térmica ambiental em que o animal mantém constante a temperatura corporal com um mínimo esforço dos mecanismos termoregulatórios ou em conforto térmico (BAÊTA, 1998).

Outro fator do ambiente considerado muito importante para os animais homeotermos é a umidade relativa do ar, especialmente se associado à temperatura. A Umidade relativa do ar considerado ideal para o desempenho produtivo das aves de corte encontra-se na faixa de 50% (OLIVEIRA et al., 2006) ou 60% (ABREU; ABREU, (2011) a 70% (OLIVEIRA et al., 2006; ABREU; ABREU, 2011), havendo variação na temperatura ambiente conforme e idade (Tabela 1).

Tabela 1 - Valores ideais de temperatura ambiente e de umidade do ar, em função da idade para frangos de corte em sistema de criação intensiva.

Idade (semanas)	Temperatura ambiente (°C)	Umidade do ar (%)
1	32 – 35	60 – 70
2	29 – 32	60 – 70
3	26 – 29	60 – 70
4	23 – 26	60 – 70
5	20 – 23	60 – 70
6	20	60 – 70
7	20	60 – 70

Fonte: ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 1-14, 2011.

O controle eficiente da temperatura pode ser obtido por meio da ventilação. As trocas térmicas ocorrem por convecção e também elimina o excesso de umidade do ambiente e da cama, proveniente da água liberada pela respiração das aves e dejetos e renovando o nível de oxigênio residente no galpão (ABREU; ABREU, 2000). A ventilação ineficiente pode promover a concentração de gases tóxicos, tais como amônia, monóxido e dióxido de carbono, aumentando a concentração de poeira (RONCHI, 2004).

Na tecnologia “Dark House” o sistema de ventilação cria uma pressão negativa ou exaustão devido o ar ser forçado a movimentar-se de dentro para fora (exaustores posicionados no sentido longitudinal), criando um vácuo parcial dentro da instalação (ABREU; ABREU, 2000). Como o de resfriamento evaporativo é possível diminuir, 10°C ou mais, a temperatura do ar no interior do aviário (ABREU et al., 1999) e seu dimensionamento é feito de forma a produzir uma velocidade de 2 a 2,5 m s⁻¹, evitando perdas de ar (ABREU; ABREU, 2000). Os ajustes para velocidade do ar no interior do galpão pode considerar o ideal para a ave (0,7 m s⁻¹) ou para seu macroambiente (1,5 a 2,3 m s⁻¹) (ROSSI, 1998).

2.2.4 Cama de frangos

Independentemente do nível tecnológico a exploração intensiva de frangos de corte utiliza a material adsorvente ao piso dos galpões a fim de criar conforto às aves. A “cama de aviário” ou cama de frango(s), como é mais conhecida, visa evitar o contato direto da ave com o piso, servir de substrato para absorção da água, incorporação de excretas (fezes + urina), penas, descamações da pele e restos de alimento caídos dos comedouros e contribuir para a redução das oscilações de temperatura no aviário (AVILA et al., 1992; OLIVEIRA;

CARVALHO, 2002). A maravalha, proveniente do beneficiamento da madeira, é um dos materiais mais utilizados. Outros resíduos como bagaço de cana, sabugo de milho picado, cascas de amendoim, de arroz, de café, de feijão; fenos de gramíneas podem ser empregados sem qualquer prejuízo no desempenho das aves (OLIVEIRA et al., 1973; AVILA et al., 1992).

A cama deve proporcionar condições de conforto e bem-estar as aves, garantindo que a qualidade de sua carcaça seja mantida, diminuindo a incidência de lesões em regiões como o peito e coxim plantar, bem como em outras áreas do corpo com menor valor comercial (OLIVEIRA et al., 2002).

Uma boa cama deve possuir, entre suas características, capacidade de absorção da umidade da excreta (80% umidade) e liberação de umidade para o ambiente, isolamento térmico, facilidade de obtenção e baixo custo (VIEIRA, 2011) ou ainda, ser tamanho médio (material picado ou triturado a 3 cm), absorver a umidade e manter seu teor entre 20 a 35% (ALMEIDA et al., 1986) sem empastar e ter baixa condutividade térmica (AVILA et al., 1992).

A cama molhada acarreta situação de desconforto às aves, afetando o ganho de peso, a conversão alimentar e diminuindo a resistência a doenças. Vazamentos podem ser observados nas linhas dos bebedouros gerando locais de maior compactação em função do pisoteio e ainda causando problemas como queimaduras e calos nas patas e peitos se os níveis de umidade estiverem acima de 45% (AVILA et al., 1992). Nesse contexto a cama deve ser manejada com o intuito de prevenir a proliferação de insetos, minimizar a produção de amônia e a exposição das aves a agentes produtores de enfermidades (DAI PRA ROLL, 2012) uma vez que tal ambiente se torna propício ao desenvolvimento de microorganismos.

Estima-se que a produção média de cama seja de 2,19 kg por frango de corte na matéria natural (MN) (SANTOS; LUCAS JR., 1997). Como há custos em sua aquisição usualmente promove-se sua reutilização, por meio da passagem de trator tipo tobata, para descompactá-la. A cama pode ser utilizada em até 12 lotes, sendo que, comumente, se reutiliza por seis lotes consecutivos (AVILA et al., 2007).

2.2.5 Aspecto ambiental

A avicultura tem sido considerada como atividade de grande impacto ambiental, devido ao seu potencial poluidor, relacionado à grande quantidade de cama produzida, as carcaças de animais mortos e águas residuárias (SILVA, 2005), o lançamento de resíduos em corpos

d'água causando-lhes eutrofização e constituindo fator de risco para a saúde humana e animal (MATOS et al., 1998).

Atualmente Dentre as maneiras para se minimizar os impactos ambientais está o aproveitamento da cama de frangos como fornecedor de nutrientes para os vegetais que atende tanto os conceitos do agronegócio como os das leis de proteção ambiental e sanitária. Como desde 2001 o emprego de cama de frango e de qualquer outro produto de origem animal está proibido para alimentação de ruminantes (BRASIL, 2004), tem se a necessidade de estudo de sua viabilidade como fonte de nutrientes para olerícolas, forrageiras e outras, criando uma alternativa para seu uso como fertilizante (MENDES et al., 2008). No caso de pastagens seu uso tinha como referência o teor de nitrogênio, mas atualmente, em função de normas de segurança ambiental, recomenda-se que o teor de fósforo sirva como base para as recomendações (MENEZES et al., 2004).

Cerca de 20% do nitrogênio presente na cama de frangos está na fração mineral e 75% deste pode ser perdido por volatilização de amônia se não for incorporado ao solo no manejo de culturas (MARSH et al., 2003). Cabe ressaltar que, como macronutrientes o nitrogênio apresenta um custo elevado para fertilização das culturas. As perdas de nitrogênio por volatilização de amônia é um processo contínuo a partir da reutilização da cama de frango, portanto o conteúdo perdido assume grandes quantidades e isso pode ser minimizado com o emprego de condicionadores químicos e ou biológicos (organismos que produzam ácido láctico, por exemplo) a cama de frango, minimizando os impactos ambientais e gerando melhores condições tanto para as aves como para o trabalhador rural, além de enriquecer a cama com nitrogênio.

2.2.6 Qualidade do ar no ambiente avícola

Tanto para a ave, que passa toda sua vida confinada, como para o trabalhador rural, que dispensa de 4 a 8 horas diária de serviços no ambiente avícola, a qualidade do ar é de extrema importância, sendo objeto de estudos e pesquisas (NÄÄS et al., 2007).

Dentre os gases produzidos neste local pode se destacar a amônia como o principal. Sua elevada concentração causa prejuízos ao sistema de produção comprometendo o rendimento zootécnico dos lotes e a qualidade das aves em carcaça e carnes (FERREIRA, 2010) e mesmo na deterioração de equipamentos e instalações além de sua dispersão no ambiente (DONHAM, 1999). O problema em questão está no próprio sistema de criação que, aloja os animais em elevadas densidades (12 aves m^{-2}), o que desencadeia as necessidades de água, de

trocas térmicas, bem como o aporte de excretas a cama que com sua umidade condiciona ambiente favorável para o desenvolvimento de insetos e microbiota e o desdobramento de compostos nitrogenados em amônia (OLIVEIRA et al., 2003, MENDES et al., 2012).

Do nitrogênio presente no excremento das aves 70% está na forma de ácido úrico e 30% como proteínas não digeridas (GROOT KOERKAMP, 1994; RANDALL et al., 2000). Esses compostos sofrem decomposição microbiana gerando amônia, gás incolor e irritante das mucosas (GONZÁLES; SALDANHA, 2001) com consequente perda de nitrogênio por volatilização da amônia (NH_3) e aumentando sua concentração no ambiente (NEME et al., 2000).

A produção de amônia no esterco pastoso das aves é de $83 \text{ g ave}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, o que corresponderia em um galpão de 10.000 aves a 830 kg de amônia por ano (FRANCO, 1998), podendo sua formação ser descrita como (KOERKAMP et al., 1998 apud ATIA et al., 2004):

Fatores como temperatura, pH, umidade, ventilação e reutilização de cama podem aumentar a volatilização da amônia nos aviários (CARR, 1990; TERZICH, 1997; CAFÉ et al., 2009; ZAPATA, 2011; LIMA, 2014), sendo considerado ideal para potencializar a volatilização: temperatura entre 25° e 30°C , pH 9,0 (já ocorrendo perda em pH maior que 5,5) e umidade na faixa entre 40 e 60% (BAIÃO, 1996).

Em relação aos níveis de exposição a amônia, na Suécia, o nível máximo para permanência do trabalhador é de 10 ppm. No Brasil, não existem limites legais para a exposição de aves à amônia, entretanto exportadores de carne de frango adotam o limite de exposição constante máximo de 20 ppm. Quanto as concentrações de amônia em sistemas de criação intensiva fechados esses níveis podem apresentar, na última semana de criação, valores de até 50 ppm (MIRAGLIOTTA, 2000) ou seja, 50 mL de NH_3 por metro cúbico.

Existem evidências epidemiológicas de que a saúde dos trabalhadores possa ser afetada pela exposição diária aos diversos poluentes oriundos de cama de frangos. O olfato humano não detecta a presença de amônia em níveis menores que 20 ppm (LOTT; DONALD, 2005). Longas ou repetidas exposições afetam o organismo animal. Concentração de amônia superior a 60 ppm (60 mL m^{-3}), predispõe as aves à doenças respiratórias, alteração no ritmo respiratório e na homeostasia das trocas gasosas no pulmão, prejudicando tanto a saúde das aves como de seres humanos envolvidos neste processo produtivo (KOERKAMP et al., 2000).

Nesse caso, a alta incidência de sintomas agudos e crônicos incluindo tosse, irritação nos olhos, fadiga entre outros, são frequentes (DONHAM, 2000). Por exemplo, níveis de 25 ppm ocasionam perdas peso médio de 90 g por aves durante as sete semanas de alojamento

(LOTT, 2003) e exposições mais frequentes podem provocar a morte. Frangos expostos à amônia, dióxido de carbono e poeira por seis dias consecutivos, tiveram perda significativa de cílios do epitélio da porção superior da traqueia, o que pode interferir negativamente no transporte de muco e eliminação de partículas de poeira pelas aves (ANDERSON et al., 1965).

Aves submetidas a diferentes teores de amônia (0, 50, 100 e 200 ppm) na atmosfera dos galpões durante um período de 28 dias apresentaram perda de peso, menor conversão alimentar e maior mortalidade com o aumento dos níveis de amônia (REECE et al., 1980). Níveis de amônia de 25 e 50 ppm já podem afetar o desempenho de frangos (CAVENY; QUARLES, 1978).

O aumento da quantidade de amônia liberada no ar destas instalações está relacionado tanto ao aumento da densidade de aves no galpão o que também induz a um maior teor de umidade, de N total e N solúvel na cama, independente do sexo das aves (HERNANDES; CAZETTA, 2002) como também na reutilização da cama (GONZÁLES; SALDANHA, 2001). A reutilização por vários ciclos de criação frequentemente ocorre devido a política de redução de custos das empresas. Portanto, há a necessidade de um controle rigoroso da amônia no ar dos galpões, principalmente em densidades elevadas e no período final de criação, haja visto a maior liberação deste gás pela cama aviária nestas situações, necessitando seu monitoramento (HERNANDES; CAZETTA, 2001, 2002) afim de não prejudicar o desempenho das aves e também não comprometer a saúde do trabalhador.

Apesar das condições climáticas nacional, de forma geral, permitirem a criação em galpões abertos (laterais teladas), a dinâmica deste arraste ainda pode gerar condições patológicas de manifestação sub-clínicas que levem a redução do desempenho das aves. Também cabe ressaltar que, o arraste pelo vento pode representar apenas uma transferência do problema uma vez que sua influência em comunidades urbanas próximas ou afetadas por estas correntes podem gerar problemas quanto à saúde daquelas pessoas (MEDEIROS, 2007).

Todavia, desafio maior é a retirada dessa amônia sem lançá-la simplesmente no meio ambiente. Com isso estudos e trabalhos deverão ser realizados na tentativa de capturar, fixar e/ou filtrar essa amônia, fazendo com que o ar que sai do aviário seja livre desse gás (ABREU; ABREU, 2011), portando aventa-se a possibilidade de uso de aditivos a serem incorporados a cama de frangos que, de forma tecnológica, promovam não só a redução dos níveis de amônia no ar dos galpões, mas também interfiram em sua microbiota e mesmo exerçam algum controle nos insetos, em especial ao cascudinho *A. diaperinus*.

2.2.7 Aditivos em cama de frango

Os aditivos ou condicionadores químicos são substâncias que adicionadas à cama melhoram sua qualidade física, química e microbiológica, propiciando maior conforto às aves, favorecendo seu desempenho zootécnico e sanitário (OLIVEIRA et al., 2004). A utilização de aditivos na cama de frangos é, ainda, um assunto pouco explorado e a sua principal função seria a de evitar a perda de grandes quantidades de nitrogênio pela volatilização de amônia das dejeções das aves (SAMPAIO et al., 1999).

A redução da volatilização da amônia, ameniza alguns problemas como incidência de doenças respiratórias nas aves e no ser humano, a desclassificação de carcaça devido à lesões na pele e também a redução do teor de nitrogênio na cama, o que diminui seu valor como fertilizante (OLIVEIRA et al., 2003).

Na literatura observa-se controvérsias no uso de aditivos. Para o gesso agrícola, por exemplo, há sua indicação para adição à cama de frangos, por este provocar redução tanto do pH, quanto das perdas de amônia por volatilização (OLIVEIRA et al., 2003). Já Neme et al. (2000) relata que a adição de 43% de gesso agrícola às camas, apesar de não influenciar o desempenho das aves, não promove a fixação de nitrogênio às camas testadas, não justificando, portanto, o seu uso na proporção avaliada. Também é relatado que o sulfato de alumínio, superfosfato simples, cal hidratada, apesar de não influenciar o peso final, o consumo de ração e a conversão alimentar das aves, não teria necessidade de serem usados em cama de frangos reutilizada até o terceiro ciclo de criação (FERREIRA et al., 2004).

Em outros trabalhos há a indicação de eficiência até dos mesmos aditivos e em menores dosagens. Em avaliação feita em três lotes consecutivos com sulfato de alumínio, gesso agrícola, superfosfato simples e com cal hidratada, observou-se que não houve influência destes condicionadores ($P > 0,05$) sobre a matéria seca da cama de frangos. O sulfato de alumínio reduziu ($P < 0,002$) o valor de pH (7,42; 7,07 e 6,00, respectivamente no primeiro, segundo e terceiro lotes) e reduziu ($P < 0,05$) a quantidade de amônia volatilizada (3,14; 1,36 e 1,79mg/100g, respectivamente no primeiro, segundo e terceiro lotes), quando comparado aos outros tratamentos. Assim, concluiu-se que o sulfato de alumínio pode ser adicionado à cama de frango, na dosagem de 100g kg^{-1} , para manter o pH baixo e inibir a volatilização da amônia (OLIVEIRA et al., 2004). Estudo complementar a essa questão (no tocante ao emprego de cama tratada como adubo orgânico em pequenas propriedades), pode ser proposto uma vez que o tratamento com sulfato de alumínio é eficiente em fixar o Nitrogênio ora volatilizado e portanto “enriquece” a cama com este elemento e, em contrapartida o alumínio adicionado na

forma de sulfato é um elemento fitotóxico.

Em experimentos *in vitro* testando diversos condicionadores obteve-se que a dosagem de 15% de fosfato, na forma de superfosfato simples, apresenta eficiência na redução da volatilização de amônia da cama de frango, não necessitando de dosagens maiores (25%). Entre os diferentes aditivos testados, o sulfato de cobre, seguido do sulfato de alumínio e do fosfato, na forma de superfosfato simples, foram os aditivos mais eficientes em reduzir a volatilização da amônia em cama de frango (MEDEIROS et al., 2008). Em outro experimento em condições semelhantes, o sulfato de alumínio apresentou maior eficiência quanto a redução dos níveis volatilizados, sendo este seguido pelo cloro granulado, sulfato de cobre e pelo fosfato (supersimples). O gesso apresentou comportamento semelhante ao tratamento testemunha (SILVA et al., 2008).

Em trabalho *in situ* relata-se que o gesso agrícola foi efetivo na inibição da volatilização de amônia da cama de frangos com a adição de até 40% do produto, sob a forma parcelada. Em função da adição crescente e parcelada de gesso observou-se também o decréscimo na contagem padrão de microrganismos na cama de frango (SAMPAIO et al., 1999). Assim o objetivo desse trabalho foi o de avaliar diferentes aditivos aplicados a cama de frangos na redução dos níveis de amônia volatilizada.

2.3 Material e Métodos

2.3.1 Local do experimento

O presente trabalho foi realizado no laboratório da Fundação Universidade Federal de Rondônia-UNIR/*Campus* Rolim de Moura, a partir de amostras de cama de frango coletadas na granja Sonai, no município de Rolim de Moura - Rondônia (latitude 11° 48'13''Sul e longitude 61° 48'12''Oeste, a 277m de altitude) no período de 01 de junho a 31 julho de 2015. O clima da região é o Aw da classificação de Köppen-Geiger (PELL et al., 2007), caracterizado como equatorial com variação para o tropical quente e úmido, com estação seca bem definida entre março a setembro, temperatura mínima de 24° C e máxima de 32° C, com precipitação entre elevada e moderadamente elevada (2000 a 2250 mm) e 85% de umidade relativa do ar.

A granja trabalha em sistema de integração com a empresa Globoaves e é caracterizada pela presença de dois galpões (14,5 x 126m e 15x 127m) com densidade média de 14 aves m⁻², sendo um galpão em sistema convencional e o outro dark-house. O material mais utilizado

para a cama de frangos é a maravalha, seu manejo de uso é a adição de nova camada após revolvimento com micro trator tipo “tobata” no período de vazio sanitário, de 5 a 7 dias, quando também é aplicado inseticida a base de cipermetrina 6% p p⁻¹, na dose de 3,8 g m⁻², dentro de faixa de recomendação do fabricante (entre 3 a 5 g m⁻²) para o controle das pragas existentes, especialmente o cascudinho, *Alphitobius diaperinos* Panzer (Coleoptera: Tenebrionidae).

Para o desenvolvimento desse estudo amostras foram coletadas de cama de frango reutilizada por 5 lotes de frangos consecutivos em pontos aleatórios dentro do galpão.

2.3.2 Densidade, umidade e caracterização inicial da cama.

Para a caracterização inicial da cama de frangos estimou-se a densidade cravando-se um tubo de PVC (n=10) com diâmetro interno de 9,7 cm e com altura de 15 cm, em diferentes pontos do galpão. A altura não preenchida pela cama em relação ao tubo PVC foi anotada a fim de proceder aos cálculos da espessura e o volume das amostras após estimativa da massa mediante o uso de balança semianalítica.

Frações com cerca de 10 g (n = 10) foram levados à estufa a 65° C, com ventilação forçada para estimativa da umidade inicial do material. Outras amostras foram postas em Becker 750 ml e umedecida lentamente de forma parcial (franja de umedecimento não atingindo o fundo do recipiente). Sendo o recipiente fechado com filme plástico e perfurado com agulha em cinco pontos diferentes. Após 24 horas de estabilização a parte intermediária amostrada umedecida foi levada à estufa de ventilação forçada para se estimar a capacidade de saturação desse material. Outra amostra foi enviada ao laboratório especializado para geração dos dados de caracterização química para fins de fertilidade de substrato.

2.3.3 Estudo de aditivos na volatilização de amônia (Experimento 1)

Para o estudo do potencial de redução de amônia volatilizada da cama de frangos em função dos aditivos, 100 g de cama de frangos foram acondicionadas em garrafas plásticas (garrafas Pet de 2 litros), cortadas a 15 cm de altura, onde foi colocado sobre ela, um recipiente com a capacidade de 50 ml (copo plástico de café descartável) contendo 10 ml de indicador de ácido bórico 2% (BREMNER; MULVANEY, 1982). Juntamente com elas foram acrescidos os seguintes tratamentos homogeneizados individualmente em sacos plásticos:

T1: Testemunha;

- T2: Superfosfato simples (15%);
- T3: Superfosfato triplo (15%);
- T4: Farinha de ossos calcinada (15%);
- T5: Sulfato de Cobre (15%);
- T6: Óxido de Zinco (15%);
- T7: Ácido Bórico (15%);
- T8: Cipermetrina (cama tratada, dose de $3,8 \text{ g m}^{-2}$) – inseticida industrial;
- T9: Extrato aquoso de nim (15%) – inseticida natural;
- T10: Calda bordalesa a 1% (15%);
- T11: Óxido de cálcio (15%);
- T12: Água destilada (15%); e
- “T13”: Prova em branco.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial (13×6) e 5 repetições, sendo 11 condicionadores uma testemunha e o branco, em 6 diferentes tempos de leitura (24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas após a aplicação dos tratamentos).

Parte dos aditivos avaliados foram adubos comerciais (superfosfato simples - SS e superfosfato triplo - ST) e reagentes analíticos (PA). A padronização física dos tratamentos se deu por tamizamento em peneira ABNT 35 (ABERT. $\text{EM mm} \cdot \mu\text{m}^{-1} = 500$ ou Tyler Mesh⁻¹ = 32). Os adubos comerciais foram macerados com o uso de gral e pistilo.

Para o tratamento com cipermetrina as amostras foram coletadas após a aplicação do inseticida (método convencional de controle de pragas) aplicado a cama em período de vazio sanitário para preparação do galpão para receber o sexto lote de criação.

Nos tratamentos líquidos usou-se água destilada. Para calda bordalesa a 1% usou-se o equivalente a 100g de sulfato de cobre (PA) e 100 g de óxido de cálcio (PA) em 10 litros de água destilada havendo a preocupação em colocar a solução de sulfato no “leite de cal” para não comprometimento de sua eficiência fungicida, como recomendado na literatura (MOTTA, 2008).

Para o preparo da solução de nim ou amargosa (*Azadirachia indica* A. Juss, *Antelara azadirachta*, *Melia azadirachta* L.: Meliaceae), se deu com o uso de 200 g de folhas frescas trituradas em liquidificador com um litro de água, permanecendo em repouso por 12 horas (MEDEIROS, 2012). A árvore da qual foram coletadas as folhas se encontrava florida e frutificada, sendo a mesma localizada em ambiente urbano, na Avenida Curitiba próxima ao

número 4946 – Centro, Rolim de Moura.

A fim de ser verificado do potencial de redução da volatilização de amônia aferiu-se o pH em água (1:2,5) (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGOPECUÁRIA, 1997) das substâncias usadas nos tratamentos, na calda bordalesa, no extrato de Nim e na cama de frangos (1:5), antes e depois da aplicação do inseticida.

Após a colocação dos tratamentos no recipiente coletor, os frascos foram fechados para verificar o quanto de amônia potencialmente volatilizada pôde ser fixado com a presença dos diferentes aditivos (MEDEIROS et al., 2008). A titulação foi feita mediante o uso de ácido clorídrico padronizado com THAM ou TRIS: Tris-hidroximetil-amino-metano (ALVES et al., 1994) e solução de fenolftaleína (MORITA; ASSUMPÇÃO, 2011). As titulações se deram a 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas após o início da incubação. Para o cálculo da amônia volatilizada se empregou a eq. (1).

$$\text{NH}_3 \text{ volatilizado} = N_{\text{ác}} \cdot T_c \cdot 17 \quad (1)$$

Onde:

$N_{\text{ác}}$ é a normalidade do ácido;

T_c é o título corrigido (descontado o branco) e

17 é o peso molecular da amônia

Para os cálculos de volatilização relativa (VR%) os dados de volatilização serão empregados a eq. (2).

$$\text{VR\%} = \frac{\text{Tratamento}}{\text{Testemunha}} \cdot 100 \quad (2)$$

Sendo a eficiência na redução da volatilização de amônia (ER%) obtida como a diferença de 100% em relação a VR% eq. (3).

$$\text{ER\%} = 100 - \% \text{VR} \quad (3)$$

A presença de cascudinho na cama de frango é comum, portanto avaliou de forma preliminar se houve mortalidade ou não na população de cascudinhos em função dos tratamentos para redução da volatilização de amônia, isso se deu por observação visual a fim

de identificar possível controle por parte dos aditivos.

2.3.4 Experimento 2 (*Ácidos e cravo*)

Outro experimento foi desenvolvido nos mesmos moldes como descrito anteriormente visando à avaliação na redução na volatilização da amônia (BREMNER; MULVANEY, 1982; ALVES et al., 1994; MORITA; ASSUMPÇÃO, 2011), porém com o intuito de se estudar aditivos líquidos de menor reação ácida (ácidos fracos) aventando-se a possibilidade de eles serem aplicados juntamente com a aspersão de água em momentos críticos do comprometimento atmosférico do interior dos galpões de criação. As avaliações ocorreram em 3 tempos, 24, 48 e 72 horas após a adição do tratamento, em cinco repetições, sendo:

T1: Testemunha,

T2: 15 % Ácido acético a (1%)

T3: 15 % Ácido láctico a (1%)

T4: 15% Extrato aquoso de Cravo

O extrato aquoso de cravo (*Syzygium aromticum*) foi obtido mediante a trituração da estrutura reprodutiva desidratada, adquirida no comércio local, em liquidificador seguida de sua suspensão em água destilada na razão de 20% p v⁻¹, com repouso de 24 horas.

2.3.5 Experimento 3 (*Níveis de Umidade*)

Mediante os dados de umidade e capacidade de saturação da cama procedeu-se outro ensaio a fim de avaliar a influencia dos níveis de umidade da cama de frangos em relação à volatilização de amônia, conforme metodologia descrita anteriormente (BREMNER; MULVANEY, 1982; ALVES et al., 1994; MORITA; ASSUMPÇÃO, 2011).

Os tratamentos de umidade (TU%) compostos unicamente pela a adição de água destilada foram avaliados no período de 24 e 48 horas após a aplicação dos tratamentos em cinco repetições, sendo:

TU% 1: umidade inicial da cama de frangos;

TU% 2: Acréscimo de 20% de água (15 ml);

TU% 3: Acréscimo de 40% de água (30 ml);

TU% 4: Acréscimo de 60% de água (45 ml);

TU% 5: Acréscimo de 80% de água (60 ml);

TU% 6: Acréscimo de 100% de água (75 ml);

2.3.6 Experimento 4 (Monitoramento da qualidade do ar durante o ciclo de criação)

As avaliações ocorreram semanalmente sempre às 14:00 hs a partir do vazio sanitário e durante todo o ciclo de criação. As visitas foram feitas uma vez por semana, portanto aos: 0, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de alojamento das aves (sendo 0 = vazio sanitário).

As variáveis estudadas nesta etapa do trabalho foram: Umidade da cama, temperatura, pH e volatilização de amônia.

Para a avaliação dos níveis de umidade se procedeu à coleta de amostras de cama (n=12) as quais foram acondicionadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório onde frações com cerca de 10 g foram levados à estufa a 65° C com ventilação forçada de ar, para estimativa da umidade do material, conforme eq. (4).

$$U\% = (M_i - M_f)/M_f * 100 \quad (4)$$

Onde:

M_i = massa inicial (g)

M_f = massa final (g)

Para o monitoramento da temperatura foi utilizado termômetro digital (Incoterm[®]), enterrado a 5 cm de profundidade, sendo a estimativa feita em 12 pontos equidistantes do galpão, na oportunidade da coleta das amostras para envio ao laboratório.

Para o pH foi utilizado pHmetro digital ajustando a metodologia (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGOPECUÁRIA, 1997) para relação 1: 5 (cama: água destilada) em função do nível de saturação necessário para a leitura do aparelho.

O nível de amônia volatilizado da cama de frangos foi monitorado com o uso do aparelho detector de amônia[®] “Gasalert externe NH₃/Dataloger-BW 128256L3”, cujas características são: faixa de operação entre 0 a 100 ppm (mL m⁻³) de NH₃; temperatura operacional entre -20 a 40° C e umidade relativa sem condensação entre 15 a 90%.

Para tal avaliação o aparelho detector de NH₃ era posicionado sobre a cama, paralelamente ao fluxo da lâmina de ventilação, de forma que seu sensor não ficasse obstruído pelo contato direto com a cama.

A cama de frangos avaliada fora reutilizada por seis ciclos consecutivos. As avaliações se deram em ambos os sistemas de criação, ou seja, “dark house” e convencional. As amostras amostragens foram feitas em pontos equidistantes (n =12) no interior dos galões, se evitando locais próximos ou em baixo de bebedouro e comedouro. Cada ponto foi avaliado nas alturas de 0,01; 1,0 e 1,5 m em relação ao nível da cama.

2.3.7 Análise estatística

Para todos experimentos da volatilização de amônia as análises estatísticas foram realizadas empregando-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial. Para comparação entre os tratamentos, utilizou-se o teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Quando necessário, realizou-se a análise de regressão para avaliar a volatilização ao longo do tempo. Todas as análises foram realizadas com auxílio do software livre ASSISTAT (SILVA; AZEVEDO, 2002).

2.4 Resultados e discussão

2.4.1 Experimento 1

A avaliação dos dados gerados com a aplicação dos aditivos permitiu se observar diferenças significativas tanto entre tratamentos quanto seu comportamento em relação ao tempo de avaliação, conforme apresentado na Tabela 2.

Conforme pode ser observado houve efeito significativo da interação entre a parcela principal (aditivos) e as subparcelas (tempo h) para amônia volatilizada. As menores estimativas ocorreram utilizando os aditivos superfosfato simples (SFS) superfosfato triplo (SFT) e óxido de zinco (ZnO) as 24 horas após aplicação. Entretanto, após 48 horas da aplicação dos tratamentos as menores estimativas de volatilização de amônia foram observadas de forma semelhante para os aditivos SFS, SFT, ZnO, ácido bórico (H_3BO_3) e sulfato de cobre ($CuSO_4$) não se diferindo estatisticamente entre si pelo período avaliado (Tabela 2).

De forma distinta as maiores médias de volatilização de amônia foram observado nos tratamento com os aditivos extrato de nim (EN), farinha de ossos calcinada (FOC), água (H_2O), calda bordalesa (CB), óxido de cálcio (CaO) e cipermetrina (C) em relação a testemunha, independente do tempo em horas após a aplicação dos aditivos (Tabela 2).

Tabela 2 - Estimativa de amônia volatilizada em cama de frangos ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) com cinco ciclos de criação acrescida de diferentes aditivos na forma líquida e em pó.

Condicionadores Aditivos (A)	Horas após a aplicação dos aditivos (B)					
	24	48	72	96	120	144
Testemunha	5,45 f	3,48 e	1,94 f	1,15 f	1,13 f	0,98e
SFS	0,70 h	0,52 f	0,27 f	0,16 f	0,27 f	0,30 e
Nim	8,64 e	31,03 b	49,25 b	58,72 a	79,05 a	86,62 a
H_3BO_3	2,02 g	0,94 f	0,59 f	0,40 f	0,50 f	0,36 e
CuSO_4	3,25 g	1,23 f	0,66 f	0,35 f	0,55 f	0,32 e
SFT	0,37 h	0,19 f	0,16 f	0,14 f	0,15 f	0,18 e
FOC	7,88 e	5,21 e	3,17 e	1,73 f	2,10 f	1,86 d
ZnO	0,31 h	0,19 f	0,03 e	0,02 f	0,03 f	0,03 e
H_2O	11,80 d	21,52 c	39,34 c	43,47 c	75,40 b	88,24 a
Calda Bordalesa	16,47 c	31,53 b	39,44 c	39,42 d	65,51 c	76,88 b
CaO	94,78 a	102,71 a	61,62 a	46,69 b	48,14 d	40,39 c
Cipermetrina	25,27 b	10,98 d	6,56 d	3,59 e	4,45 e	3,42 d
CV – A	16,46					
CV – B	10,21					

Notas: Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 3 se relaciona as equações de regressão e o coeficiente de determinação (R^2) da análise de variância.

Tabela 3 - Equações de regressão para volatilização de amônia e o coeficiente de determinação (R^2) em função de diferentes aditivos por um período de 144 horas.

Tratamentos	Função	R^2_{ajustado}
Testemunha	$y = 0,0005x^2 - 0,1152x + 7,919$	0,9936**
SFS	$y = 8\text{E-}05x^2 - 0,0164x + 1,071$	0,9514**
Nim	$y = -0,002x^2 + 0,989x - 13,066$	0,9925**
H_3BO_3	$y = 0,0002x^2 - 0,0456x + 2,8711$	0,9398**
CuSO_4	$y = 0,0004x^2 - 0,0828x + 4,767$	0,9296**
SFT	$y = 4\text{E-}05x^2 - 0,0074x + 0,5072$	0,9297**
FOC	$y = 0,0007x^2 - 0,1622x + 11,384$	0,9887**
ZnO	$y = 4\text{E-}05x^2 - 0,009x + 0,5084$	0,9633**
H_2O	$y = 0,0022x^2 + 0,2771x + 3,838$	0,9744**
Calda Bordalesa	$y = 0,0017x^2 + 0,1983x + 13,523$	0,9487**
CaO	$y = 0,0028x^2 - 1,0143x + 126,07$	0,8471**
Cipermetrina	$y = 0,0027x^2 - 0,6122x + 36,796$	0,9536**

Fonte: Dados da pesquisa

Entre os aditivos redutores da volatilização de amônia, o óxido de zinco (ZnO) apresentou a menor média de amônia volatilizada $0,61 \text{ (mg } 100\text{g}^{-1} \text{ em } 144\text{horas}^{-1})$ promovendo uma eficiência de redução (ER%) de 95,68% em relação a testemunha, seguido dos tratamentos superfosfato triplo com $1,19 \text{ (mg } 100\text{g}^{-1} \text{ em } 144\text{horas}^{-1})$ e ER% de 91,57%,

superfosfato simples (SFS) 2,22 ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ em 144horas^{-1}) e ER% de 84,28%, ácido bórico (H_3BO_3) 4,81 ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ em 144horas^{-1}) e ER% de 65,95 e sulfato de cobre 6,36 ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ em 144horas^{-1}) e ER% de 54,98, em relação ao tratamento testemunha (Tabela 4).

Medeiros et al., (2008) avaliando volatilização de amônia com adição de Superfosfato simples e Sulfato de cobre a 15% em 24 horas em relação a testemunha obteve valores de VR% 54,0; ER% 45,9 e VR% 33,5 e ER% 66,4 respectivamente.

Tabela 4 - Estimativa da volatilização relativa (VR%) e da eficiência na redução (ER%) da volatilização de amônia em cama de frangos de corte com cinco ciclos de criação acrescida de diferentes aditivos na forma líquida e em pó em 144 horas.

Tratamentos	Amônia volatilizada ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ em 144horas^{-1})	VR%	ER%
Testemunha	14,13	100,00	-
SFS	2,22	15,71	84,28
Nim	313,31	2217,33	+2117,34
H_3BO_3	4,81	34,04	65,95
CuSO_4	6,36	45,01	54,98
SFT	1,19	8,42	91,57
FOC	21,95	155,34	+55,34
ZnO	0,61	4,31	95,68
H_2O	279,77	1979,97	+1879,97
Calda Bordalesa	269,25	1905,52	+1805,52
CaO	394,33	2790,72	+2690,73
Cipermetrina	54,27	384,07	+284,07

Notas: Acréscimos de 15% em relação a matéria natural, que possuía umidade inicial de $23,05 \pm 1,41\%$ e densidade de $0,509 \pm 0,065 \text{ g cm}^{-3}$.

Para os aditivos Nim, FOC, H_2O , Calda Bordalesa, CaO e Cipermetrina, houve aumentos significativo na amônia volatilizada em relação a testemunha (Figura 1). Já para os aditivos SFS, SFT, H_3BO_3 , ZnO, CuSO_4 , houve redução na amônia volatilizada em relação a testemunha (Figura 2).

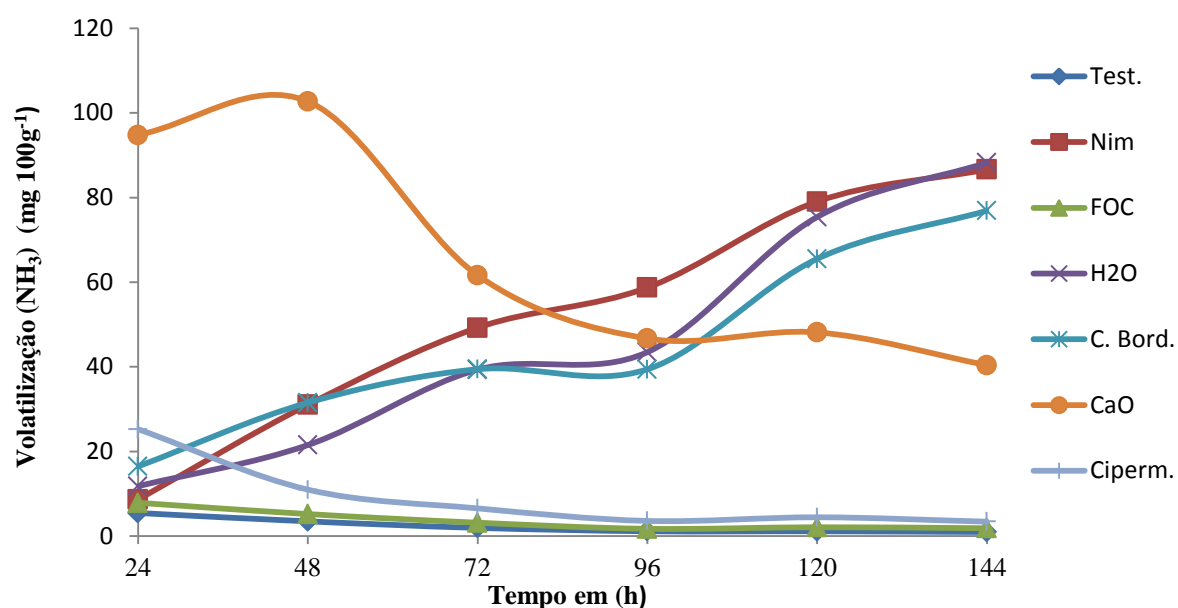


Figura 1 - Amônia volatilizada em cama de frangos de corte com cinco ciclos de criação acrescida de diferentes aditivos na forma líquida e em pó em 144 horas da avaliação. Grupo dos aditivos promotores de volatilização.

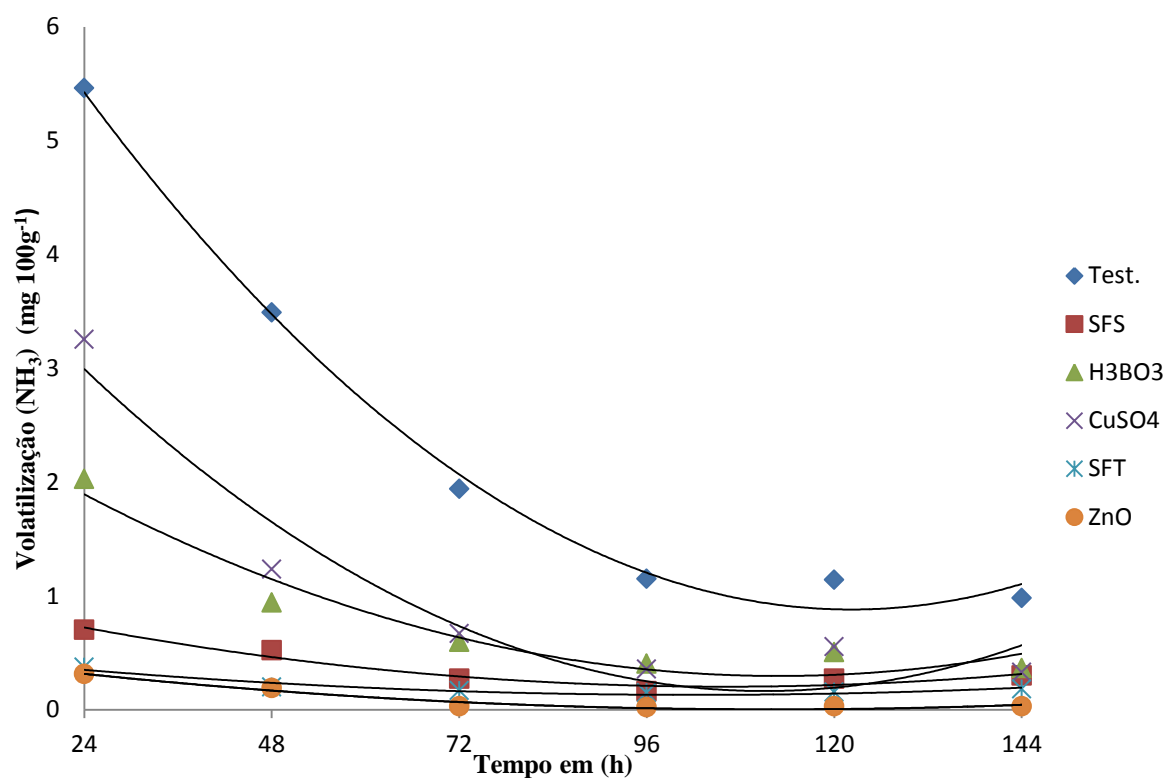


Figura 2 - Amônia volatilizada em cama de frangos de corte com cinco ciclos de criação acrescida de diferentes aditivos na forma líquida e em pó em 144 horas da avaliação. Grupo dos aditivos inibidores da volatilização.

A dinâmica da volatilização de amônia está relacionada com os níveis de pH gerados com a presença dos aditivos. Conforme demonstrado na Tabela 5 existe variação nos valores de pH (ácidos e alcalinos) dos aditivos aplicados, podendo, para o caso, ser agrupados em aditivo promotores e os inibidores da volatilização.

Os aditivos inibidores, SFS, Nim, SFT, H_3BO_3 , CuSO_4 e ZnO , influenciaram o pH da cama. Sua reação com o ambiente inicialmente alcalino da cama resultou em mudanças no nível de pH ao final do período de avaliação, resultando em valores mais próximos da neutralidade. Exceção é observada com o óxido de zinco (pH 5,7). Mesmo o aporte do extrato aquoso de Nim (pH 4,8) não foi suficiente para manter níveis de acidez suficientes para inibir a volatilização, ocorrendo no final do período avaliado retorno as condições de pH (9,7) observados com o tratamento testemunha (pH 9,6) Tabela 5.

Entre os aditivos promotores da volatilização, FOC, Água, Calda Bordalesa, CaO , Cipermetrina e calda bordalesa apresentarem pH (9,6 a 9,7) semelhante ao tratamento testemunha ressaltando-se que para CaO os níveis de pH observado (13,1) foram superiores ao final do período de avaliação (6 dias) Tabela 5.

Tabela 5 - Valores de pH em água (1: 2,5) dos aditivos aplicados a cama de frangos de corte com cinco ciclos de criação e a avaliação de sua interação com a cama de frangos (1:5) após o período de avaliação de 144 horas.

Aditivos	pH em água dos reagentes	pH da cama tratada
Testemunha	7,9	9,6
SFS	3,1	7,5
Nim	4,8	9,7
H_3BO_3	3,8	7,8
CuSO_4	3,3	7,8
SFT	2,9	6,0
FOC	10,8	9,7
ZnO	4,5	5,7
H_2O destilada	6,9	9,7
Calda Bordalesa	12,5	9,6
CaO	12,3	13,1
Cipermetrina	8,0	9,6

Fonte: Dados da pesquisa

O pH da cama influencia a liberação de amônia, que é minimizada em condição de pH abaixo de 7,0 (CARVALHO et al., 2011). Íons H^+ e pH abaixo de 7,0 resultam em aumento na proporção $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ e como o íon amônio não é volátil, há redução das perdas de nitrogênio por volatilização da amônia. À medida que o pH se eleva, essa razão aumenta,

causando maior volatilização (GAY; KNOWLTON, 2005; OWADA et al., 2007; TERZICH, 1997).

Para os tratamentos líquidos (Extrato aquoso de Nim, Calda bordalesa e Água) foram observados aumentos crescente da volatilização de amônia no tempo.

Quanto a forma os aditivos em pó isoladamente não significaram fator de determinação da volatilização visto que aditivos em pó como FOC e CaO apresentaram estimativa da volatilização relativa (VR%) e eficiência na redução (ER%) de: 155,34 e +55,34; 2790,72 e +2690,73 respectivamente, agindo como agentes potencializadores da volatilização de amônia.

No entanto a aplicação de sulfato de cálcio (sal) na cama de frango atua como condicionador, diminuindo o teor de umidade, reduzindo a volatilização de amônia e alterando seu pH (NEME et al., 2000; OLIVEIRA et al., 2003).

O valor do pH da testemunha se elevou ao final do período de avaliação o que pode estar relacionado com a atividade bacteriana, já que a redução do pH da cama proporciona condições desfavoráveis para o crescimento das bactérias ureolíticas, reduzindo, portanto, a decomposição do ácido úrico e, conseqüentemente, a volatilização do nitrogênio na forma de amônia (TERZICH, 1997).

O acúmulo de excretas aumenta o pH da cama de frangos, resultando em maiores concentrações de amônia. Traldi et al., (2007) encontrou valores superiores de pH e amônia volatilizada em camas reutilizadas comparada com camas novas podendo ser explicado pelo fato que a cama reutilizadas contem maior teor de ácido úrico e, portanto, maior teor de amônia e de pH.

Trabalhos avaliando a adição de gesso agrícola e sulfato de alumínio à cama de frango apresentaram redução dos valores de pH das camas, podendo esses serem adicionados a fim de manter o pH baixo e inibir a volatilização da amônia, (MOORE et al., 1996; OLIVEIRA et al., 2003; NEME et al., 2000). No entanto, Daí Pra et al., (2009), analisando o pH em cama aviária após o 12º dia de administração do cal virgem, com uso de diferentes dosagens, encontraram pH alcalinos.

Bordignon (2013) avaliando efeito de condicionadores químicos sobre a qualidade da cama de frango verificou que a Cal hidratada $\text{Ca}(\text{OH})_2$ em dose única de $0,600 \text{ kg m}^{-2}$ de cama, apresentou o maior valor para pH (9,8), superando até mesmo os resultados encontrados para testemunha (7,6). Isso é coerente, devido à pronta dissociação da cal pela sua baixa granulometria, reagindo imediatamente em termos de meio e alcalinizando o sistema. Já a adição para o gesso agrícola, mesmo aplicado em grandes quantidades, como

43% de gesso agrícola às camas, não influencia o desempenho das aves, bem como a qualidade das camas e não promove a fixação de nitrogênio, não justificando, portanto, o seu uso na proporção avaliada (NEME et al., 2000).

2.4.2 Experimento 2

Na Tabela 6 estão apresentados os valores de amônia volatilizada, da cama de frango tratadas com ácidos orgânicos (fracos) e extrato de cravo em função do tempo. Observa-se que houve interação significativa entre os tratamentos e o tempo ($P < 0,05$), para amônia volatilizada, entre os ácidos houve diferença estatística somente no tempo 72 horas, sendo que as menores médias de volatilização de amônia $0,0078 \text{ mg NH}_3 \%^{-1} \text{ hs}^{-1}$ foram atribuídas ao tratamento ácido acético.

Tabela 6 - Estimativa da volatilização de amônia ($\text{mg NH}_3 100 \text{ g}^{-1}$) em resposta aos tratamentos e em diferentes tempos (horas) em cama de frangos com cinco ciclos de criação.

Tratamentos	mg $\text{NH}_3 100 \text{ g}^{-1}$ de cama			mg $\text{NH}_3 \%^{-1} \text{ hs}^{-1}$
	24 hs	48 hs	72 hs	
Testemunha	8.1945 a	13.7734 a	27.6669 a	0,7090
Ácido Acético	0.1821 c	0.1821 c	0.1821 d	0,0078
Ácido Lático	0.5934 c	0.7226 c	1.9412 c	0,0465
Ext. aquoso de Cravo	5.2508 b	6.3255 b	4.7451 b	0,2331
CV- Tratamentos	28,36			
CV- Tempo	20,09			

Notas: Média seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a nível de 5% de probabilidade.

A intenção de uso de ácidos orgânicos ou ácidos fracos está na hipótese de que esses agentes podem atuar eficientemente na redução dos níveis de amônia volatilizada assim como ocorre com o uso de ácidos inorgânicos. Tal ideia ainda se acerca da possibilidade de se poderem desenvolver tecnologias que permita a aplicação de agentes acidificantes com a água atomizada para arrefecimento das aves sem prejudicá-las. Por exemplo, Bellaver; Scheuermann, (2004) avaliando ácidos inorgânicos ou orgânicos em nebulização inicial sobre a cama e incorporação de ácidos orgânicos na dieta, relata que esta combinação resulta em ácidos inorgânicos e resíduos de ácidos excretados pelos frangos sobre a cama, os quais devem reduzir a população de micróbios, com consequente melhoria no desempenho dos

frangos. Aditivos que apresentam valores de pH baixo contribuem para diminuição do pH da cama resultando na redução da volatilização da amônia, na Tabela 7 estão os valores de pH dos aditivos utilizados.

Tabela 7 - Níveis de acidez ou alcalinidade, com pH em água (1: 2,5) dos reagentes usados como aditivos para estudo da volatilização de amônia em cama de frangos de corte com cinco ciclo de criação.

Aditivos	Ph
Cama de frangos (testemunha)	7,9
Água destilada	6,9
Ácido acético 10%	2,3
Ácido láctico 10%	1,8
Extrato aquo-alcóolico de cravo	5,2

Fonte: Dados da pesquisa.

McWard; Taylor, (2000) avaliou o H_2SO_4 concentrado no tratamento granular de composto a ser adicionado na cama de aviário, encontrou efeito benéfico na melhoria do ganho de peso, conversão alimentar, qualidade de carcaça e na redução do cascudo escuro na cama, devido à redução do pH e controle da amônia. Trabalhando com acidificação da cama de aviário Line (2002), conclui que a acidificação contribui para reduzir a população de *Campylobacter* e diminuir a transmissão horizontal de patógenos.

2.4.3 Experimento 3 (Níveis de Umidade)

A umidade inicial da cama frango estudada foi de $23,05 \pm 1,41\%$ e saturação em $73,44 \pm 16,20\%$, com densidade de $0,509 \pm 0,065 \text{ g cm}^{-3}$. Umidade da cama é um dos fatores determinantes para o aumento da temperatura e da proliferação microbiana, com fermentação e liberação de gases, como nitritos, nitratos, amônia e sulfato de hidrogênio (McWARD; TAYLOR, 2000).

Em termos de rotina de galpões de frangos problemas como vazamento em bebedouros ou mesmo nas linhas de água podem causar uma diferenciação nos níveis de umidade presentes no local. A umidade somente é fator fundamental para desencadear o mecanismo de volatilização de amônia, contudo a afinidade dessa molécula com a água também pode promover sua redução na atmosfera do galpão. A dinâmica desse mecanismo pode ser estimada conforme apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 - Estimativa da volatilização de amônia por período de 24 e 48 horas e por hora em diferentes níveis de saturação de umidade em cama de frangos com cinco ciclos de criação.

Umidade (% da saturação) A	NH ₃ volatilizado/100g de cama			mgNH ₃ % ⁻¹ hs ⁻¹
	0 a 24 hs	24 a 48 hs	Total	
"Inicial"	14,456 a	10,292 a	24,748	0,515
20%	19,263 b	31,551 a	50,814	1,058
40%	22,503 b	43,717 a	66,221	1,379
60%	23,741 b	48,387 a	72,129	1,502
80%	24,142 b	44,789 a	68,931	1,436
Saturada	18,789 b	36,414 a	55,203	1,150
CV-Saturação	15,75			
CV- Tempo	12,19			

Notas: Media seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade

Segundo os dados obtidos na análise de variância, as médias apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos e o tempo. Verificou-se que o nível de umidade da cama de frangos altera os padrões de volatilização de amônia desse material havendo um ponto de máxima em 48,38 (mg 100g⁻¹), ou seja, em torno de 60% da saturação (45 ml) (Figura 3).

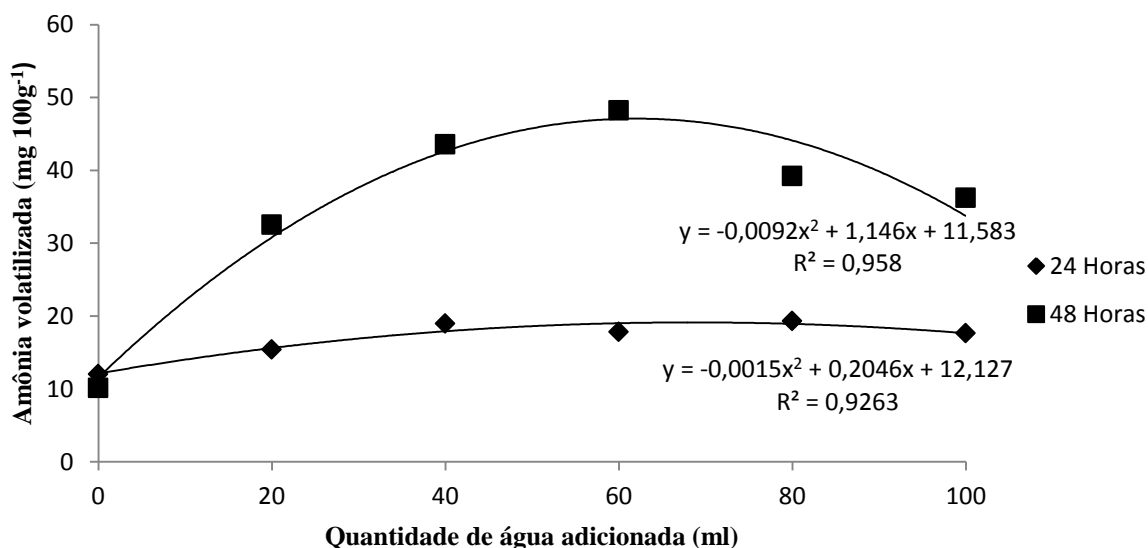


Figura 3 - Amônia volatilizada em cama de frangos em relação à umidade inicial e a adição de 20, 40, 60, 80 e 100% de saturação de água em 24 e 48 horas de avaliação.

Certamente com o manejo de aspersão de água e ventilação, visando o conforto térmico dos animais, e o líquido das fezes não se espera que os níveis de saturação de água da cama

atingam valores altos e potencialize a volatilização. Contudo, frequentemente, podem ser observadas situações pontuais em que há saturação da cama devido a problemas de vazamentos dos bebedouros ou nos sistemas de nebulização promovendo seu empastamento e criando concreções na oportunidade de sua desidratação. O nível de umidade da cama é um fator crítico no manejo dos galpões de frango, já que também influencia a incidência e a severidade das lesões na carcaça das aves (QIU; GUO, 2010).

2.4.4 Qualidade do ar

A qualidade do ar em ambientes de produção animal vem sendo referenciada como ponto de interesse em estudos de sistema de controle ambiental, focando tanto a saúde dos animais que vivem em total confinamento, quanto à dos trabalhadores que permanecem de 4 a 8 horas por dia nesse ambiente de trabalho (NÄÄS et al., 2007).

A redução dos níveis de volatilização de amônia é de interesse uma vez que ela é considerado o gás mais nocivo produzido em galpões de avicultura, é precursor de pequenas partículas voláteis (PM_{2.5}, isso é. Particle Matter 2.5 µm) e, ambas, além de ser fonte de poluição atmosférica dentro e fora do galpão, afetam a saúde das aves e do trabalhador por irritação das membranas mucosas os olhos e do aparelho respiratório, aumentando a susceptibilidade a doenças, reduzindo o consumo de alimentos e a conversão alimentar (OVIEDO-RONDON, 2008; MEDEIROS, 2007).

Os aditivos estudados com maior eficiência de inibição da volatilização de amônia demonstraram que é possível promover melhorias no ambiente de criação no que se refere a presença de gases como a amônia e reduzir substancialmente os efeitos nocivos a saúde das aves, trabalhadores, comunidades próximas e o meio ambiente. Na Tabela 9 estão apresentadas as médias de emissões de amônia para cada aviário durante o ciclo de criação das aves nas alturas avaliadas. Verifica-se que não houve diferença estatística entre os fatores tipo de aviários e altura da coleta.

Tabela 9 - Emissão de amônia em aviários sistemas Dark House (1) e convencional (2) durante o ciclo de criação das aves em função da altura da coleta.

Tipo de aviários	Amônia volatilizada (ppm) em relação à altura da cama		
	0,01 m	1,0 m	1,5 m
Dark House (1)	18,65 a	8,17 a	7,21 a
Convencional (2)	18,23 a	8,19 a	7,53 a
CV	68,75	63,17	65,72

Notas: Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Contudo a dinâmica de emissão de gás pode ser bem variada em relação as circunstâncias de manejo. Tinôco et al. (2010), detectou concentrações de amônia de 23,2 ppm (ou mL m^{-3}) superior aos limites aceitáveis para aves de corte (20 ppm) mesmo em galpão com ventilação controlada.

Para o caso deste estudo a emissão de amônia estimadas com o uso de detector de NH_3 a 0,01 m da cama de frangos não apresentou diferença estatística entre os diferentes ambientes avaliados, conforme a Figura 4.

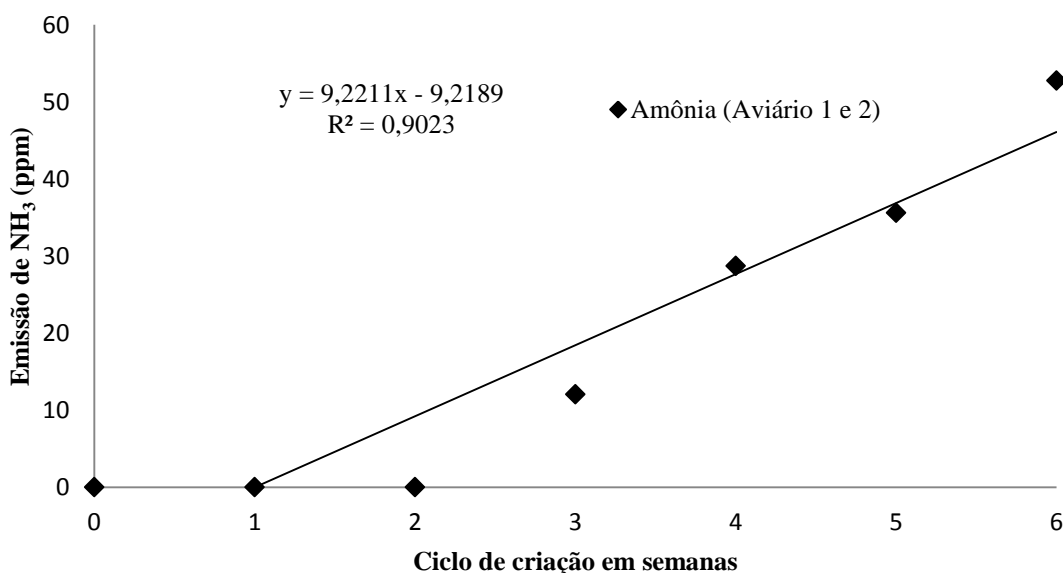


Figura 4 - Concentração média de amônia (mL m^{-3}) no interior dos aviários Dark House (1) e convencional (2) durante o período de criação na altura 0,01 m da cama de frangos utilizada por sete ciclo de criação.

É interessante ser observado que os períodos iniciais de criação não apresentaram NH_3

no ar dos galpões. Tal comportamento está relacionado com os baixos níveis de umidade inicial desse material. Também o efeito de manejo pode ser considerado já que, na primeira semana os pintinhos ficam restritos em parte da área do galpão. A partir desse período amplia-se gradativamente a área ocupada a ponto de se ter uso total do espaço com a segunda semana de criação. Nesta fase, mesmo com o aporte das excretas dos animais, os níveis de umidade não se elevam muito em função da nova camada de maravalha aportada ao sistema e pelo pequeno volume produzido por cada animal.

Observa-se que a partir da 4ª semana as de emissões de amônia para altura de 0,1 m da cama ultrapassaram o valor de 20 (ppm), chegando a 52,75 (ppm) na sexta semana. Nesta época (4ª semana) as aves contam com um peso médio de 1,2 kg e para se ter qualidade mínima no ar (20 ppm de NH_3) no ambiente do galpão (GLOBALGAP, 2007; COBB-VANTRESS BRASIL, 2008) faz-se necessário o uso de ventiladores/ exaustores a fim de ser tal concentração diluída no nível de altura das aves (cerca de 30 cm).

Os efeitos nocivos para a má qualidade do ar em ambiente avícola são registrados na literatura. Segundo Hardoim et al. (1997) a presença de aves em ambientes com concentrações de 20 ppm de amônia causam problemas respiratórios predispondo-as a doença de Newcastle, bem como concentrações de 60 e 70 ppm predispoem as aves as doenças respiratórias e reduzem em cerca de 15% a produtividade de frangos de corte.

WATHES et al. (1997), avaliando concentrações de amônia em aviários de frangos de corte e poedeiras na altura das aves, dos trabalhadores e saída do ar das instalações verificou valores variando de 12,4 ppm para as poedeiras a 24,2 ppm para frangos de corte, com máxima registrada de 40 ppm. Valores estes que excedem o limite de exposição para animais preconizado pelo CIGR - Commission Internationale du Génie Rural (1984), de 20 ppm.

Nääs et al. (2007), analisando a qualidade da ambiência aérea em aviários com ventilação tipo túnel e convencional, encontraram que os picos de concentração de amônia no ar estiveram acima dos 20 ppm, máximo recomendado às aves a partir do 20º dia de produção, em ambos os galpões. Concentrações de amônia em sistemas de criação intensiva fechados podem apresentar, na última semana de produção, valores de até 50 ppm (JONES et al., 2005). Quantidades superiores a 60 ppm, a ave fica predisposta a doenças respiratórias, aumentando os riscos de infecções secundárias às vacinações (SIMIONI JR. et al., 2009).

Os níveis de amônia devem ser avaliados no nível das aves considerando sua dinâmica de crescimento e seu hábito de ciscar e deitar para descansar. Registra-se efeitos negativos como: queimaduras nos coxins plantares (calos), irritação ocular, irritações da pele e calos de peito, perda de peso, baixa uniformidade, suscetibilidade a doenças e cegueira com níveis

elevados de NH_3 no ambiente de criação (COBB-VANTRESS BRASIL, 2008).

Na Tabela 10 estão apresentados os valores médios de concentração de amônia em dois tipos de aviários coletados a altura de 1,0 m da cama de frangos para o período experimental (vazio sanitário = 0, 1, 2, 3, 4, 5 e 6 semanas). Observa-se que a partir da terceira semana houve diferença estatística entre os ambientes.

Tabela 10 - Emissão de amônia em aviários sistemas Dark House (1) e convencional (2) durante o período de criação das aves para altura de coleta de 1,0 m em cama com sete ciclos de criação.

Tipos de aviário	Ciclo de criação das aves (semanas)						
	0	1	2	3	4	5	6
Dark House (1)	0,00 a	0,00 a	0,00 a	10,50 a	13,41 a	14,00 b	19,33 a
Convencional (2)	0,00 a	0,00 a	0,00 a	2,50 b	14,91 ^a	19,16 a	20,75 a
CV	63,17						

Notas: Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

De forma geral, as concentrações de amônia a 1,0 m de altura da cama em ambos aviários durante o ciclo de criação se mantiveram abaixo de 20 (ppm). No Brasil, de acordo com a NR 15 (BRASIL, 2008) a concentração tolerável de amônia para humano é de 20 ppm para exposição de até 8 horas de trabalho.

Zanatta (2007), analisando aspectos relacionados às condições de aviários, com ênfase ao controle da amônia entre os produtores do Sul do Estado de Santa Catarina, verificou que: a jornada diária de trabalho no aviário é de 6 a 8 horas, todos afirmaram a percepção do cheiro da amônia no aviário; 86% não utilizam EPIs e 35% relataram problemas de saúde associado ao ambiente de trabalho e amônia, citando: alergias e irritação na pele.

Nas Figuras 5 e 6 verificam-se a interação para emissão de amônia entre os ambientes na altura de 1,0 e 1,50 m respectivamente em relação a cama de frangos durante o ciclo de criação das aves.

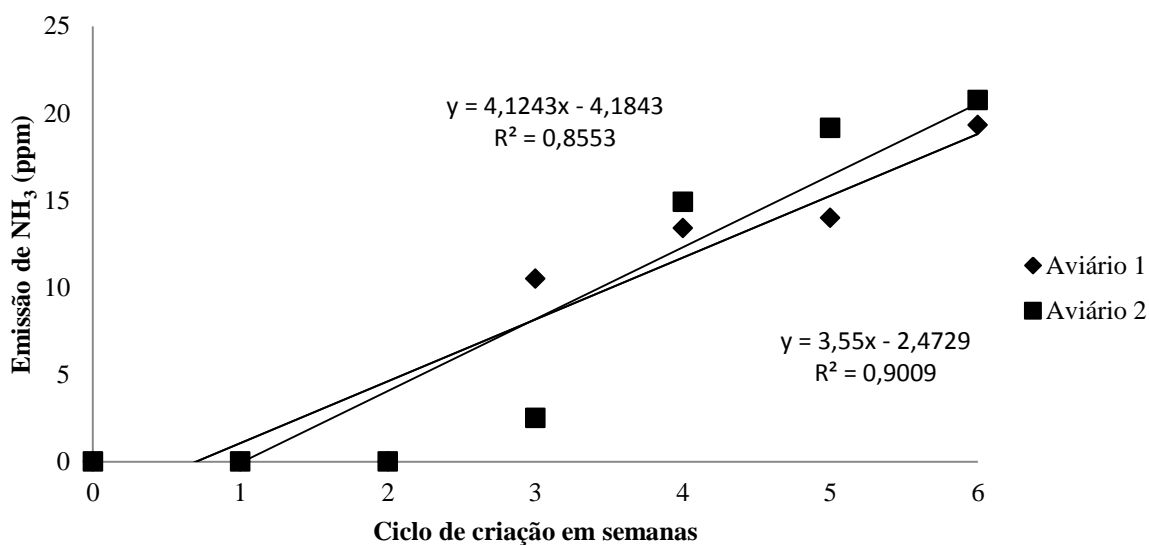


Figura 5 - Concentração de amônia (ppm) no interior dos aviários: 1 - Dark House e 2 - convencional, durante o sétimo ciclo de criação a 1,0 m de altura da cama.

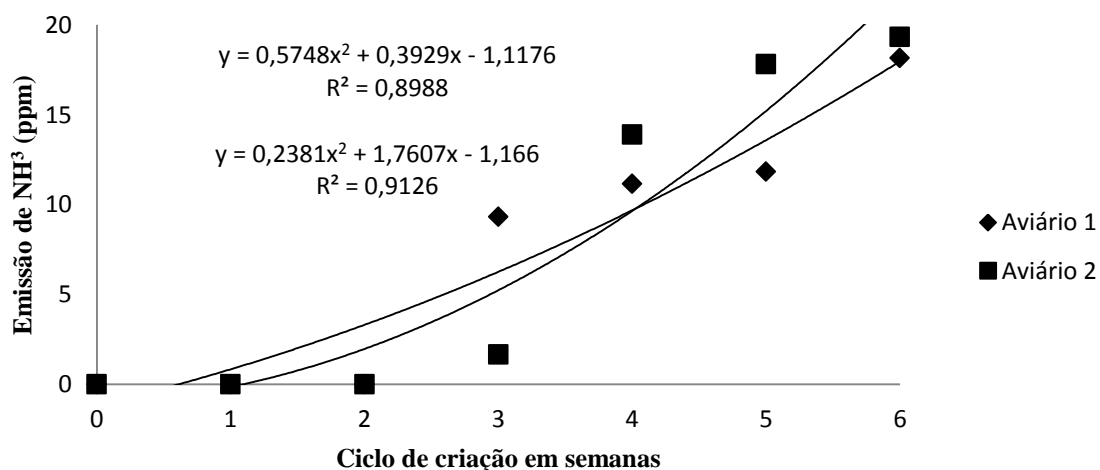


Figura 6 - Concentração de amônia (ppm) no interior dos aviários: 1 - Dark House e 2 - convencional, durante o sétimo ciclo de criação a 1,50 m de altura da cama

Também para o trabalhador em avicultura relata-se o comprometimento de sua saúde relacionada com a qualidade do ar no ambiente avícola. Valores acima de 20 ppm levam o trabalhador a riscos de vertigens, queda na oxigenação sanguínea, agravamento de doenças respiratórias, intoxicação e vertigens (FERNANDES; FURLANETO, 2004). Para esse estudo as emissões de amônia para a altura de 1,0 e 1,50 m se mantiveram abaixo de 20 ppm, provavelmente pelo fato da amônia estar sendo removida do aviário pelo sistema de ventilação que conta com 60 ventiladores no sistema convencional e 8 exaustores no sistema Dark House o que resulta um auto custo com energia elétrica.

Com a análise estatística observou-se interação entre as médias de temperatura da cama

de frango durante o ciclo de criação apresentando uma tendência de elevação com o aumento da idade das aves, mas não se diferenciando estatisticamente entre os ambientes avaliados conforme figura 7 abaixo:

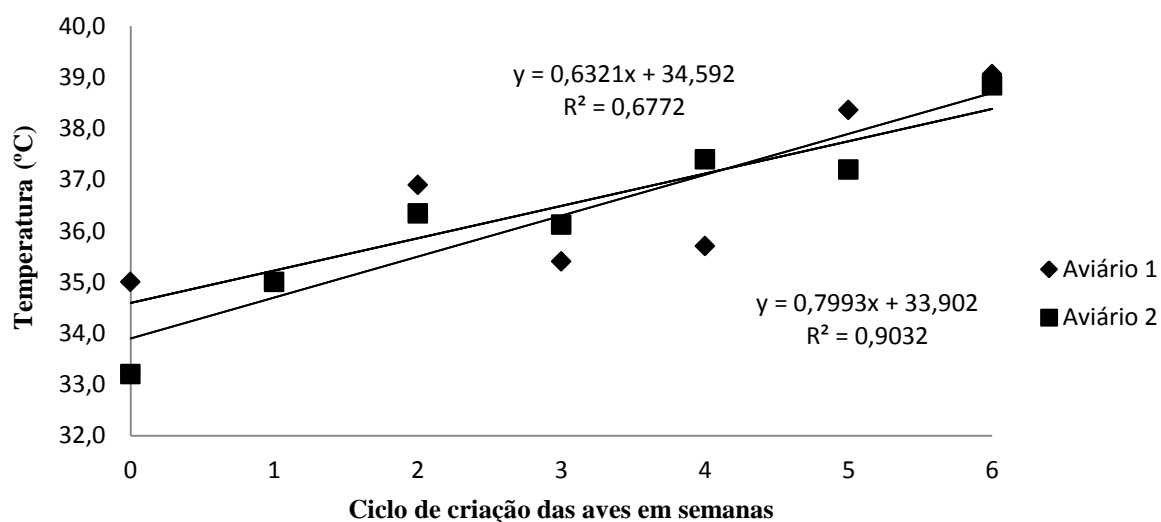


Figura 7 - Temperatura da cama de frangos em aviários Dark House (1) e convencional (2) durante o sétimo ciclo de criação das aves em maravalha.

A temperatura média da cama oscilou de 34,10°C, no período do vazio sanitário, para 38,95°C ao final do ciclo de criação. Lima (2014) avaliando a temperatura interna da cama em aviário Dark House em Dourados-MS, encontrou média de 33,34°C observando maiores médias com a idade de 42 dias (34,22°C). O aumento da temperatura se relaciona com maior metabolismo da massa da cama devido a ação da microbiota.

O mesmo pode ser observado para pH, havendo interação entre os ambientes (aviários) e a idade das aves conforme apresentado na Figura 8.

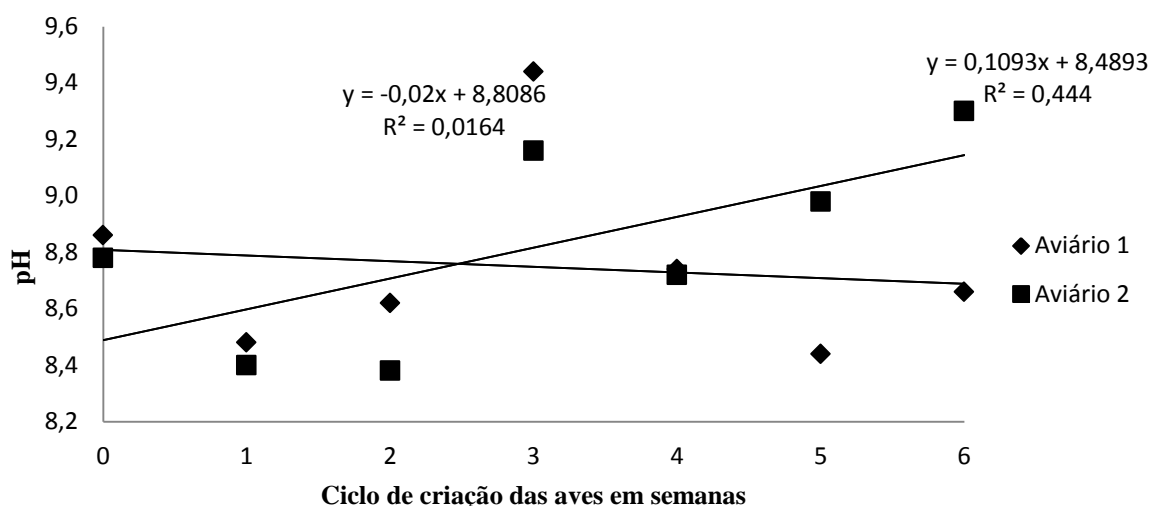


Figura 8 - Média de pH da cama de frangos em sistema Dark House (1) e convencional (2) durante o sétimo ciclo de criação das aves em maravalha.

Contudo, apesar da interação, as médias de pH da cama não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, sendo observadas médias de pH de 9,30 ao final do ciclo de para o sistema convencional.

Segundo Miragliotta, (2000) o pH da cama é uma variável que está mais relacionada à atividade microbiana existente neste meio em função da quantidade de matéria-prima depositada (esterco) e de condições físico-químicas que favoreçam estas reações, do que às condições ambientais existentes no galpão. Uma das principais bactérias ureolíticas, *Bacillus pasteurii*, por exemplo, não consegue crescer em pH neutro, mas prospera na cama com pH acima de 8,5 (LIMA, 2014).

O acúmulo de excretas aumenta o pH, que resulta em maiores concentrações de amônia. Quanto maior o pH, menor a conversão de NH_3 (volátil) em NH_4^+ (não volátil), consequentemente maior a volatilização de amônia (OWADA et al., 2007; SANTOS et al., 2012). Outro fator decisivo para desencadear o mecanismo de volatilização de amônia é a umidade. Figura 9.

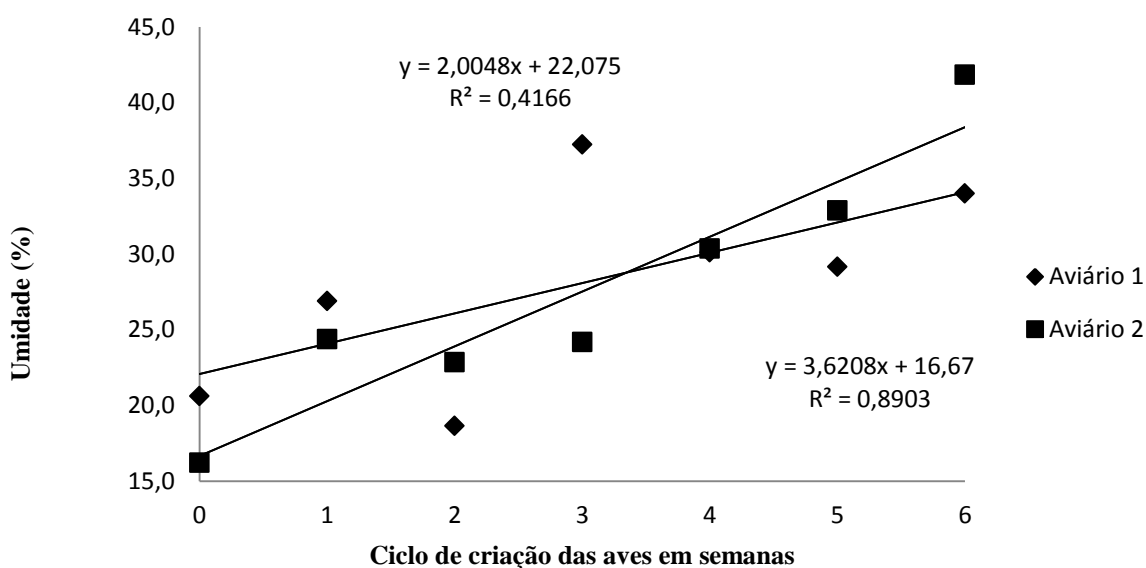


Figura 9 - Umidade em (%) da cama de frangos em aviários Dark House (1) e convencional (2) durante o sétimo ciclo de criação das aves em maravalha.

Pelo presente monitoramento verificou-se *in situ* que para o final do vazio sanitário (7º dia) e a primeira semana de criação não foi constatado níveis detectáveis de NH_3 na atmosfera do galpão apesar das condições de pH (Figura 8) e temperatura (Figura 7) estarem favoráveis.

Considerando a média geral entre as duas condições tecnológicas, observou-se que a umidade inicial (último dia do vazio sanitário) era de 18,41% de umidade. Para primeira semana foi de 25,63% de umidade o que, em comparação ao tratamento testemunha do experimento 1 (*in vitro*; 23,91%U) já haveria condições para emissão de cerca de $0,515 \text{ mg } \%^{-1} \text{ h}^{-1}$ de NH_3 , contudo tal não pode ser verificado, mesmo a 0,01 m de distância da cama, devido a ação dos ventiladores/exaustores naqueles ambientes.

Com o desenvolvimento das aves o aporte de excretas contribui para elevar o nível de umidade da cama chegando na 4ª semana com níveis não distintos estatisticamente para o sistema “Dark House” (30,11% U) e convencional (30,35% U). Isso refletiu apesar da não significância estatística, em níveis de amônia semelhantes entre o sistema “Dark House” ($17,05 \text{ mg m}^{-3}$) e convencional ($19,89 \text{ mg m}^{-3}$) mas próximos ao limite tolerável (20 mg m^{-3}).

Para as duas últimas semanas de criação os níveis médios de umidade e de volatilização se alteraram para o sistema “Dark House” (29,15 e 33,99% U e $18,89$ e $31,14 \text{ mg m}^{-3}$, respectivamente) e Convencional (32,88 e 41,84% U e $25,81$ e $29,89 \text{ mg m}^{-3}$, respectivamente) evidenciando a superioridade tecnológica em promover melhores condições de ambiência para as aves.

2.4.5 Análise econômica

Considerando, a amônia volatilizada da cama de frango no galpão estudado (126 x 14,5 m), com 0,1 m de espessura, densidade de $0,509 \text{ g cm}^{-3}$, e a unidade inicial da cama ($23,05 \pm 1,42\%$) e a volatilização de amônia média da testemunha de $0,00545 \text{ g}$ a cada 24 h, perder-se-ia, potencialmente, um total de $212,52 \text{ kg}$ de NH_3 volatilizada em todo o galpão a cada ciclo de criação de 42 dias o que representa $174,9 \text{ kg}$ de nitrogênio. Em média ao final de 7 ciclos de criação de frango por ano seria volatilizado $1.224,3 \text{ kg}$ de nitrogênio no galpão, tal quantidade, tomando-se como referência a ureia fertilizante, corresponde a $54,42$ (saca de 50 kg com 45% de nitrogênio e custo unitário de R\$ $105,00$), equivalendo a perda no valor de R\$ $5.714,10$).

Entre os aditivos de maior potencial de redução na volatilização de amônia podemos citar: o óxido de zinco (ZnO), superfosfato triplo (SFT), superfosfato simples (SFS), ácido bórico (H_3BO_3) e sulfato de cobre (CuSO_4). Como geralmente a destinação da cama de frango é a adubação das culturas, a utilização de aditivos junto a cama de frango demanda de maiores estudos relativos a possíveis efeitos tóxicos sobre as plantas, contaminação ambiental bem como sua viabilidade econômica.

Segundo Bordignon (2013) em relação ao custo dos produtos, o superfosfato simples ainda é mais vantajoso economicamente, pois o mesmo apresenta um custo de 75% a menos quando comparado com o sulfato de alumínio, somado ainda, a questão de não possuir elementos químicos limitantes ao uso agrícola. Também o uso de sulfato de cobre deve ser avaliado devido se evitar excesso de cobre no solo (toxidez) alguns certificadores limitam a utilização em $3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ou 12 kg de sulfato de cobre com 25% de cobre (MOTTA, 2008).

2.5 Conclusões

Entre os aditivos avaliados, o óxido de zinco (ZnO), superfosfato triplo (SFT), superfosfato simples (SFS), ácido bórico (H_3BO_3) e sulfato de cobre (CuSO_4) se mostraram eficiente para redução dos níveis de amônia volatilizada em cama de frangos;

As soluções aquosas com ácidos orgânicos também podem promover a redução na volatilização, contudo seu uso em galpões não deve comprometer a umidade da cama;

Aditivos alternativos como extrato de nim ou de cravo-da-Índia não apresentaram efeitos satisfatórios na redução dos níveis de amônia volatilizada em cama de frango;

Dentre os fatores estudados (pH, temperatura e umidade) podem ser indicados como os principais desencadeadores do mecanismo de volatilização.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório anual**. 2014. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais>>. Acesso em: 18 jun. 2015.
- _____. **Relatório anual**. 2015. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais>>. Acesso em: 10 jun. 2015.
- ABREU, P. G. de; ABREU, V. M. N. **Ventilação na avicultura de corte**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 50 p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 63).
- ABREU, P. G. de; ABREU, V. M. N.; MAZZUCO, H. **Uso do resfriamento evaporativo (adiabático) na criação de frangos de corte**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1999.
- ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 40, p.1-14, 2011.
- _____. **Desafios da pesquisa frente aos novos sistemas de produção**. Avicultura Industrial, Ano 05/2010, Edição 1189, 2010.
- ADAMI, P. F. **Intensidade de pastejo e níveis de cama de aviário em sistema de integração lavoura pecuária**. 2012. 103p. Tese (Doutorado Produção Vegetal)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.
- ALVES, S. P.; RODRIGUES, V. C.; SILVA, I. J. O.; SOUZA, C. C. Efeitos das variáveis meteorológicas na produtividade das aves poedeiras em dois sistemas de criação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35., 2006, João Pessoa. **Resumos...** João Pessoa: SBEA, 2006.
- ALVES, B. J. R., SANTOS, J. C. F., URQUIAGA, S., BODDEY, R. M. Métodos de determinação no Nitrogênio em solo e planta, p. 449-469. In: HUNGRIA, M., ARAÚJO, R. S **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. EMBRAPA-CNPAF-CNPS. Brasília - EMBRAPA-SPI, 1994. Capítulo 23.
- ANDERSON, D.P., BEARD, C.W., HANSON, R.P. 1965. influence of poultry house dust, ammonia and carbon dioxide on the resistance of chickens to newcastle diseases virus. *Avian Dis.*, v.10, n. 9, p. 177-188.
- ATIA, A., HAUGEN-KOZYRA, K., AMRANI, M. **Ammonia and hydrogen sulfide emissions from livestock production**. Alberta Agriculture, Food and Rural Development, p. 229-217, 2004.
- AVILA, V. S.; COSTA, F. C. A.; FIGUEIREDO, É. A. P.; ROSA, P. S.; OLIVEIRA, U.; ABREU, V. M. N. **Materiais alternativos, em substituição à maravalha como cama de frangos**. Comunicado Técnico 465. Concórdia; SC, 2007.
- AVILA, V.S., MAZZUCO, H., FIGUEREDO, S. **Cama de aviário: materiais, reutilização, uso como alimento e fertilizante**. Concórdia: EMBRAPA, 1992. 38p. (Circular técnica, 16).

BAETA, F. C. Sistemas de ventilação natural e artificial na criação de aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E SISTEMAS DE PRODUÇÃO AVÍCOLA, 1998, Concórdia, **Anais...** Concórdia, 1998. p. 96-117

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. *Ambiência em edificações rurais – conforto animal*, Viçosa, MG: UFV, 1997, 246p.

BAIÃO, N.C. Quando o ambiente fica muito carregado. *Revista Aves e Ovos*, Jan, p. 20-22, 1996.

BELLAVER; C.; SCHEUERMANN; G. Aplicações dos ácidos orgânicos na produção de aves de corte. Palestra apresentada na **Conferencia AVISUI**. Florianópolis SC, 2004.

BORDIGNON, L. A. F. **Efeito de condicionadores químicos sobre a qualidade da cama de frango**. 2013. 66f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia.)- Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos; PR, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 8 de 25 de março de 2004. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 de março de 2004, Seção 1, p. 5.

BREMNER, J.M. and Mulvaney, C.S. (1982) “Total nitrogen”, In: A. L. Page, R. H. Miller and D.R. Keeny, (Eds.), *Methods of Soil Analysis*, **American Society of Agronomy and Soil Science Society of America**, Madison, p. 1119-1123.

CAFÉ, M. B.; ANDRADE, M. A. A.; ROCHA, P. T. *Enfermidades tóxicas. Doenças das aves*. 2. ed. Campinas: **Facta**, 2009.

CARR, L. E., WHEATON, F. W., DOUGLAS, L. W. Empirical models to determine ammonia concentrations from broiler chicken litter. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, v. 33, n. 4, p. 1337-1342, 1990.

CARVALHO, T. M. R.; MOURA, D. J.; SOUZA, Z. M.; SOUZA, G. S.; BUENO, L. G. F. Qualidade da cama e do ar em diferentes condições de alojamento de frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.4, p.351-361, abr. 2011

CAVENY, D.D., QUARLES, C.L. 1978. The effect of atmospheric ammonia stress on broiler performance and carcass quality. **Poult. Sci.**, n. 57 p.1124-1125, 1978.

COMISSION INTERNATIONALE DU GÉNIE RURAL. *Climatization of animal houses*. 1st Report of Working Group. Aberdeen: Scottish Farm Buildings Investigation Unit, 1984.

COBB-VANTRESS BRASIL. **Manual de manejo de frangos de corte**. Guapiaçu: Cobb Vantress, 2008.

CURTIS, S. E. **Environmental Management in Animal Agriculture**. Ames, the Iowa State University Press. 1983.

DAI PRA, M. A.; ROLL, V. F. B. (Org). **Cama de aviário: Utilização, reutilização e destino**. Porto Alegre: Editora Manas/Evangraf, 2012. Dairy Science, Virginia: Tech Publication p. 442-110, 2005.

DAI PRA, M. A.; CORRÊA, É. K.; ROLL, V. F.; XAVIER, E. G.; LOPES, D. C. N.; LOURENÇO, J. T.; ROLL, A. P. Uso de cal virgem para o controle de *Salmonella* spp e *Clostridium* spp em camas de aviário. In: **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 4, p.1189-1194, jul., 2009.

DONHAM, K. J. Occupational health hazards and recommended exposure limits for workers in poultry building. In: PROCEEDING NATIONAL POULTRY WASTE MANAGEMENT SYMPOSIUM, 2000, Auburn. **Proceedings...** Auburn: Auburn University, 2000. p.92-109.

_____. A historical overview of research on the hazards of dust in livestock buildings. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DUST CONTROL IN ANIMAL PRODUCTION FACILITIES, 1., 1999. Aarhus, *Proceedings...* Aarhus: Danish **Institute of Agricultural Sciences**, 1999. p.13-21.

DONHAM, K. J.; CUMRO, D.; REYNOLDS, S. Synergistic effects of dust and ammonia on the occupational health effects of poultry production workers. **Journal of Agromedicine**, v. 8, n. 2, p. 57-76, 2002.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FERNADES, F. C.; FURLANETO, A. Riscos biológicos em aviários. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**, v. 2, p.140-152, 2004.

FERREIRA, H.A.; OLIVEIRA, M.C.; TRALDI, A.B. Efeito de condicionadores químicos na cama de frango sobre o desempenho de frangos de corte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, Belo Horizonte, v. 56, n. 4, Aug. 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext;pid=S0102-09352004000400017;lng=en;nrm=iso. Acesso em: 17.07.2015.

FERREIRA, J. C. **Remoção de amônia gerada em granjas avícolas e sua utilização em células à combustível e uso como fertilizante**. 2010. 147f. tese de (Doutorado em Ciências), Instituto de Pesquisa Energéticas Nucleares Autarquia associada a Universidade de São Paulo, São Paulo.

FRANCO, J. L. K.; FRUHAUF, M. E. V.; PEREIRA, E. ZAMBERLAN, A. Gerenciamento do ambiente na avicultura. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E SISTEMAS DE PRODUÇÃO AVÍCOLA, 1998, Concórdia. **Anais...**, 1998. p. 19-41.

GALLO, B. B. Dark House: manejo x desempenho frente ao sistema tradicional. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 10, 2009, Chapecó, SC. **Anais do X Simpósio Brasil Sul de Avicultura e I Brasil Sul Poultry Fair**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2009, 140p.

GAY, S. W., KNOWLTON, K. F. **Ammonia Emissions and Animal Agriculture Authors: Dairy Science**, Virginia Tech Publication Number 442-110, 2005.

GLOBALGAP. **Pontos de controle e critérios de cumprimento: garantia integrada da fazenda – aves**. Cologne: GLOBALGAP, 2007.

GLOBOAVES. Avicultura com Tecnologia. Espigão do Oeste - RO. ago. 2015.

GONZÁLES, E.; SALDANHA, E. S. P. B. Os primeiros dias de vida do frango e a produtividade futura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 11., 2001, Goiânia. **Anais...**Goiânia: AZEG/ABZ, 2001. p.312-313.

GROOOT KOERKAMP, P. W. Review on emissions of ammonia from housing systems for laying hens in relation to sources, processes, building design, and manure handling. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 59, p. 73-87, 1994.

HARDOIM, P. C.; BORGES, G.; BAÊTA, F. C. Qualidade de Ar Ambiente Sistemas de Ventilação Natural e Artificial na Exploração Avícola. In: **Simposio Internacional sobre Ambiência e Instalações na Avicultura Industrial**, APINCO, v. 1, 1997.

HERNANDES, R.; CAZETTA, J. O. Método Simples e Acessível para Determinar Amônia Liberada pela Cama Aviária. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.30, n. 3, p. 824-829, 2001.

HERNANDES, R.; CAZETTA, J. O.; MORAES, V. M. B. Frações Nitrogenadas, Glicídicas e Amônia Liberada pela Cama de Frangos de Corte em Diferentes Densidades e Tempos de Confinamento. **Revista Brasileira Zootecnia**., v. 31, n. 4, p.1795-1802, 2002.

JONES, E. K. M.; WATHES, C. .; WEBSTER, A. J. F. **Avoidance of atmospheric ammonia by domestic fowl and the effect of early experience**. Applied animal Behaviour Science, Amsterdam, n. 90, p. 293-308, 2005.

KOERKAMP, P.W.G.G. et al. Air quality management and requirements in Europe. In: NATIONAL POULTRY WASTE MANAGEMENT SYMPOSIUM, 2000, Auburn. **Proceedings...**Auburn: Auburn University, 2000. p.72-79.

LANA, G. Q. **Avicultura**. Ed. Rural, Campinas, SP, 2000.

LIMA, N. D. S. **Estimativa da emissão de amônia na produção de frangos de corte**. 2014. 56f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2014.

LINE, J. E. Campylobacter and Salmonella Populations Associated with Chickens Raised on Acidified Litter. **Poultry Science**, n. 81. p. 1473-1477, 2002.

LOTT, B. ; DONALD, J. **Amônia: Grandes perdas mesmo quando você não percebe**. 2005. Disponível em: <http://www.aviculturaindustrial.com.br/site/dinamica.asp?id=5098;tipo_tabela=cet;categoria=manejo> Acesso em: 12 Ago. 2015.

LOTT, B. **Amônia, Grandes perdas mesmo quando você não vê**. **Avicultura Industrial**. 2003. Disponível em: <http://www.aviculturaindustrial.com.br/site/dinamica.asp?id=5098;tipo_tabela=cet;categoria=manejo> Acesso em: 28 abr. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 10 jun. 2015.

MARQUES, C. R. G. **Mortalidade de *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) por óleo de neem e citronela**. 2010. 35 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)– Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2010.

MARSH, L.; MULLINS, G.; HABERSACK, M.; COLLINS JR, E.R. **Land application of boiler and turkey litter for farming operations without a DEQ permit** – Biological Systems Engineering Publication, Virginia Polytechnic Institute and State University, p. 20, 2003.

MATIAS, R. S. **Cascudinho**. Zeneca: Jun, 2 p. 1999. (informativo.)

MATOS, A. T.; VIDIGAL, S.M. et al., Compostagem de alguns resíduos orgânicos utilizando-se águas residuárias da suinocultura como fonte de nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.2, p. 199-203, 1998.

Mc WARD, G.W.; TAYLOR D.R. Acidified clay litter amendment. **Journal Applied Poultry Research**, n. 9, p.518-529, 2000

MEDEIROS, H. **Inseticida natural ajuda a combater e prevenir a leishmaniose na capital**. MS-Record. Publicado em 18 de maio de 2012. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=Gz83GhSAT0w>. Acesso em 11 de junho de 2015.

MEDEIROS, R. **Aspergilose: risco biológico potencial para a população de Pinheiral-RJ?** 2007. 44f. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária) – Curso de Medicina Veterinária, Centro Universitário de Barra Mansa.

MEDEIROS, R., SANTOS, B. J. M., FREITAS, M., SILVA, O. A., ALVES, F. F., FERREIRA E. A adição de diferentes produtos químicos e o efeito da umidade na volatilização de amônia em cama de frango. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2321-2326, nov. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_artt ext;pid=S0103-84782008000800035;lng=pt;nrm=iso>. Acesso em: 17 jun. 2015.

MENDES, L.B.; TINÔCO, I. F. F.; SOUZA, C.F.; SARAZ, J. A. O. O ciclo do nitrogênio na criação de frangos de corte e suas perdas na forma de amônia volátil: uma revisão. **PUBVET**, Londrina, v. 6, n. 20, ed. 207, 25 p. 2012.

MENEZES, J.F.S.; ALVARENGA, R.C.; SILVA, G.P.; KONZEN, E.A.; PIMENTA, F.F. **Cama de frango na agricultura: perspectivas e viabilidade técnica e econômica**, ano 1, n.3, fev. 2004. Rio Verde, GO: FESVRV, 2004. (Boletim Técnico da Fundação de Ensino Superior de Rio Verde).

MIRAGLIOTTA, M. Y. **Avaliação dos níveis de amônia em dois sistemas de produção de frangos de corte com ventilação e densidade diferenciados**. 2000. 122 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)– Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MOORE, P.A.; DANIEL, T.C; EDWARDS, D.R. et al. Evaluation of chemical amendments to reduce ammonia volatilization from poultry litter. **Poult. Sci.**, v. 75, p. 315-320, 1996.

MORITA, T.; ASSUMPÇÃO, R. M. V. Manual de soluções, reagentes e solventes. 2. ed., São Paulo: Blucher, 2011.

MONTANHA, F. P.; GALEB, L. A. G.; MIKOS, J. D.; GANECO, L. N.; PEREIRA, T. P.; TANAKA, A.; KIRSCHNIK, P. G.; PIMPÃO, C. T. Pyrethroid toxicity in silver catfish, *Rhamdia quelen*. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 12, p. 1297-1303,

Dec. 2012. Available from. Disponível em: <http://www.pvb.com.br/pdf_artigos/26-12-2012_13-01Vet%201329_2735%20LD.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2015.

MOTTA, I. S. **Calda Bordalesa: utilidades e preparo**. Folheto – Embrapa/Agropecuária Oeste, 2008. Disponível em: <http://www.cpao.embrapa.br/publicacoes/online/zip/FOL200837.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2015.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 15 " Atividades e operações insalubres. In: **Segurança e medicina do trabalho**. São Paulo: Atlas, 2008.

MÜLLER, P. B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. Porto Alegre: Sulina, 1982.

NÄÄS, I. A. **Bem-estar na avicultura: fatos e mitos**, 2007. Disponível em:<http://www.aveworld.com.br/.../post/bem-estarna-avicultura-fatos-e-mitos_1385> Acesso em: 8 set. 2015.

NÄÄS, I. A, MIRAGLIOTTA, M. Y.; BARACHO, M.S. MOURA, D.J. ambiência aérea em alojamento de frangos de corte: poeira e gases. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p.326-335, maio/ago. 2007.

NEME, R., SAKOMURA, N.K.; OLIVEIRA, M.S. Adição de gesso agrícola em três tipos de cama de aviário na fixação de nitrogênio e no desempenho de frango de corte. **Ciência Rural**, v. 30, n. 4, p.687-692, 2000.

OLIVEIRA, M. C.; CARVALHO, I. D. Rendimento e lesões em carcaças de frangos de corte criados em diferentes camas e densidades populacionais. **Ciência Agrotécnica**. Lavras. v. 26, n. 5, p. 1076-1081, set./out., 2002.

OLIVEIRA, M. C.; GOURLART, R. B.; SILVA, J. C. N. Efeito de duas densidades e dois tipos de cama sobre a umidade da cama e a incidência de lesões na carcaça de frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v. 3, n. 2, p. 7–12, 2002.

OLIVEIRA, M. C.; ALMEIDA, C. V.; ANDRADE, D. O.; RODRIGUES, S.M.M. R. Teor de Matéria Seca, pH e Amônia Volatilizada da Cama de Frango Tratada ou Não com Diferentes Aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. vol.32 n. 4, Viçosa, MG; jul/ago. 2003.

OLIVEIRA, M.C.; FERREIRA, H.A.; CANCHERINI, L.C. Efeito de condicionadores químicos sobre a qualidade da cama de frango. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n. 4, p. 536-541, 2004.

OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ABREU, M. L. T.; FERREIRA, R. A.; VAZ, R. G. M. V.; CELLA, P. S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho eo rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**., v.35, n.3, p.797-803, 2006.

OLIVEIRA, S.C.; CAVALHEIRO, A.C.L.; TRINDADE, D.S. **Comparação entre tipos de cama na criação de frangos de corte**. Porto Alegre: Supervisão da Produção Animal, Instituto de Pesquisas Zootécnicas, 1973. (Boletim Técnico, 20).

OLIVEIRA, D. R. M. S. ; NÄÄS, I. A. Issues of sustainability on the Brazilian broiler meat production chain. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ADVANCES IN PRODUCTION MANAGEMENT SYSTEMS, 2012, Rhodes. **Anais...**Competitive Manufacturing for Innovative Products and Services: proceedings, Greece: Internacional Federation for Information Processing, 2012.

OVIEDO-RONDON, E. O. Technologies to mitigate the environmental impact of broiler production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. esp, p. 239-252, jul. 2008.

OWADA, A. N.; NÄÄS, I. A, MOURA, D. J.; BARACHO, M. S. Estimativa de bem-estar de frango de corte em função da concentração de amônia e grau de luminosidade no galpão de produção. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v.27, n.3, p. 611-618, 2007.

PAIVA, D.P. Controle de moscas e cascudinhos. Desafios na produção agrícola. In: SIMPÓSIO SOBRE RESÍDUOS DA PRODUÇÃO AVÍCOLA, 2000, Concórdia, SC. **Anais...** Concórdia: Embrapa de Suínos e Aves, 2000.

PAULILO, M. I. S. **Produtor e Agroindústria: consensos e dissensos. o caso de Santa Catarina**. Ed. da UFSC. Florianópolis-RS, 1990.

PEEL, M. C.; FINLAYSON B. L., McMAHON T. A. 2007. **Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification**. *Hydrol. Earth Syst. Sc.*[cited 2 July 2013]; 11(5): 1633–1644. Disponível em: <<http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/11/1633/2007/hess-11-1633-2007.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2015.

QIU, G.; GUO, M. Quality of poultry litter-derived granular activated carbon. **Bioresource Technology**, v. 101, p. 379-386, 2010.

RANDALL, D. et al. **Equilíbrio Osmótico e Iônico. In: Fisiologia Animal: Mecanismos e Adaptações**. 4.ed., Guanabara-Koogan, Cap. 14, p.531-581, Rio de Janeiro 2000.

REECE, F.N.; LOTT, B.D.; DEATON, J.W. Ammonia in the atmosphere during brooding affects performance of broiler chickens. *Poultry Science*, Atlanta, v. 59, n. 1, p. 486-8, 1980.

RONCHI, C. Principais práticas de manejo para aves recém nascidas. **Revista Avewold**. Editora Animal World. Ano 1, n. 6, p. 26-30, 2004.

ROSSI, Paulo Roberto. Sistemas de climatização de instalações avícolas. **Simpósio Internacional sobre Ambiência e Sistemas de Produção Avícola**, v. 28, p. 1-6, 1998.

SAMPAIO, M.A.P.M. et al . Estudo da população microbiana e da liberação de amônia da cama de frangos tratada com gesso agrícola. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinaria Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 51, n. 6, Dec. 1999. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext;pid=S0102-09351999000600010;lng=en;nrn=iso . Acesso em: 17 Jan. 2009. doi: 10.1590/S0102-09351999000600010.

SANTOS, M. J. B.; SAMAY, A. M. A. T.; SILVA, D. A. T.; RABELLO, C. B. V.; TORRES, T. R.; SANTOS, P. A.; CAMELO, L. C. L. Manejo e tratamento de cama durante a criação de aves. **Revista Eletrônica Nutritime**. Artigo 164. v. 9, n. 3, p.1801-1815, 2012.

SANTOS, T.M.B.; LUCAS JR. J. **Produção de biogás a partir de três tipos de cama obtidos em dois ciclos de criação de frangos de corte**. In: XXVI CONGRESSO

BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, Campina Grande: SBEA/UFPE, (EAG030), 1997.

SEIFFERT, N. F. Planejamento da atividade avícola visando qualidade ambiental. SIMPÓSIO SOBRE RESÍDUOS DA PRODUÇÃO AVÍCOLA, 2000, Concórdia. **Anais...** Concórdia, p. 1-20, 2000.

SILVA, A., NÃÃS, I. A. **Equipamentos para aquecimento e refrigeração: produção de frangos de corte**– Campinas: FACTA, 356p. 2004.

SILVA, A. A. **Potencialidade da recuperação de pastagem de brachiaria decumbens fertilizadas com cama de aviário e fontes minerais**. Uberlândia, 2005, 152 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal)- Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-graduação em ciencias veterinárias.2005.

SILVA, F. de A. S. e. ; AZEVEDO, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p 71-78, 2002.

SILVA, F.S., SANTOS, B.J.M. E FERREIRA, E. Uso de aditivos químicos para controle da volatilização de amônia em cama de frango. **PUBVET**, Londrina, v. 2, n. 17, abr. 2008. Disponível em: <http://www.pubvet.com.br/texto.php?id=213>. Acesso em: 21 fev. 2009.

SIMIONI, J. J. R.; HOMMA, S. K.; GOMES, J. D. F.; PREDOSA, V. B.; XAVIER, J. K. ; CHAGAS, P. R. R. **Efeito da aplicação de diferentes aditivos na cama avícola sobre os níveis de amônia volatilizada**. In: I Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos de Animais emissão de Gases Associados à Produção Animal e ao Manejo de Dejetos, p.196-200, Florianópolis, 2009.

TERZICH, M. A amônia dos galpões avícolas e o pH da cama. In: CONFERÊNCIA AFINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1997, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira dos Produtores de pintos de Corte, 1997. 304p. p. 141-146.

TINÔCO, I. F. F. Ambiência e instalações para a avicultura industrial. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 27, e Encontro Nacional de Técnicos, Pesquisadores e Educadores de Construções Rurais, 3, 1998, Poços de Caldas, MG. **Anais...** Lavras: UFLA/SBEA, 1998, p.1-86.

TINÔCO, I. F. F; Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas. v.3, n.1, p.1-26, 2001.

TRALDI, A. B.; OLIVEIRA, M. C.; DUARTE, K. F.; MORAES, V. M. B. Avaliação de probióticos na dieta de frangos de corte criados em cama nova ou reutilizada. **R. Bras. Zootec.**, v. 36, n. 3, p. 660-665, 2007

VIEIRA, M. F. A. **Caracterização e análise da qualidade sanitária de camas de frango de diferentes materiais reutilizados sequencialmente**. 2011 81f. Dissertação de (Mestrado em engenharia Agrícola) , Universidade Federal de Viçosa, VIÇOSA, MG, 2011.

VIEIRA, N.M. ; DIAS, R.S. Uma abordagem sistêmica da avicultura de corte na economia brasileira. *In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIEDADE RURAL*, 43, 2005, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: SOBER, 2005.

WATHES, C.M.; HOLDEN, M.R.; SNEATH, R.W.; WHITE, R.P.; PHILLIPS, V.R. Concentrations and emissions rates of aerial ammonia, nitrous oxide, methane, carbon dioxide, dust and endotoxin in UK broiler and layer houses. *British Poultry Science*, March, v.38, n.1, p. 14028, 1997.

ZANATTA, R. A. **Análise do controle de amônia em aviários** Monografia, Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, CRICIÚMA-SC. p. 61. 2007.

ZANCHET, M.S. Características das Ocupações na Agropecuária Paranaense. Curitiba: IPARDES, 2008.

ZAPATA MARIN, O. L. **Caracterização e avaliação do potencial fertilizante poluentes de distintas camas de frango submetidas a reusos sequenciais na zona da mata do estado de Minas Gerais**. 2011. 68f. Dissertação de (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa-MG.

3 CONTROLE ALTERNATIVO DO CASCUDINHO, *Alphitobius diaperinus* (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE), EM CAMA DE FRANGO

RESUMO

No Brasil as condições de pH, temperatura e umidade presentes na cama de frango são favoráveis ao desenvolvimento do besouro *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae), conhecido como “cascudinho”, que é a principal praga da avicultura. A ingestão destes insetos em estágio de larva e adulto pelas aves pode causar lesões no trato gastrointestinal, depressão no crescimento e no peso, lesões hepática, lesões na pele, além de ser vetor de patógenos. Seu controle é considerado difícil, sendo mais adotado o químico, na busca pelo controle alternativo de *A. diaperinus* vários métodos vem sendo estudados, assim, avaliou-se, em laboratório, o extrato aquoso e alcoólico a 40% de cravo-da-índia (m/v) sobre a mortalidade de *A. diaperinus*, sendo adicionado 20 ml desses extratos em 100 gramas de cama de frango contendo 20 insetos adultos e 135 indivíduos em vários estádios larvais em ambiente fechado, também foram avaliados o efeito do álcool etílico 96° a 1; 2,5; 5, 7,5 e 10% v/m e diluições de álcool (50% álcool e 50% água) a 1; 2,5; 5, 7,5 e 10% v/v em relação a massa de 100 gramas de cama de frango além , sobre a mortalidade de larvas e adultos *A. diaperinus*. Contou ainda com um tratamento testemunha absoluta e outro com a aplicação de 10 mL de água, em ambiente aberto e fechado, com seis repetições, sendo mantidos em temperatura de $28,5 \pm 2$ °C e UR de $51,0 \pm 10\%$. Para os tratamentos Ext. aquoso de cravo verificou-se mortalidades de 9,16% para adulto e 0,0 para larvas e o tratamento água e ácido 6,0% para adultos e 0,0% para larvas, para os demais tratamentos a mortalidade foi de 100% para adultos e larvas, evidenciando O que a mortalidade observado com a aplicação dos extratos de cravo foi diretamente devido a presença do álcool. Quanto ao experimento com álcool e álcool diluído em água estes se mostraram efetivos no controle de adultos e larvas de *A. Diaperinus* sendo que o controle de 100% de adultos e larvas ocorreram com álcool a partir de 2,5% em ambiente fechado e 5,0% em ambiente aberto e em diluição com água a partir de 5% em ambiente fechado e 10% em ambiente aberto.

Palavras-Chaves: *Alphitobius diaperinus*; cama de frango; álcool; controle.

ABSTRACT

In Brazil the conditions of pH, temperature and humidity present in poultry litter are favorable to the development of the beetle *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae), known as "mealworm", which is the main pest of poultry farming. The ingestion of these insects in adult and larvae stage can cause lesions in the gastrointestinal tract in birds, depression in growth and weight gain, hepatic lesions, skin lesions, in addition to being a vector of pathogens. His control is considered difficult, and the chemical most widely adopted in the search for alternative control of *A. diaperinus* various methods have been studied thus was evaluated in the laboratory, aqueous and alcoholic extract to 40% clove India (m / v) on the mortality of *A. diaperinus*, and added 20 ml of these extracts in 100 grams of chicken litter containing 20 adult insects and 135 individuals in various larval stages indoors, were also evaluated the effect of ethyl alcohol 96 to 1; 2.5; 5, 7.5 and 10% v / m and ethanol dilutions (50% alcohol and 50% water) 1; 2.5; 5, 7.5 and 10% v / v) relative to mass of 100 grams of chicken litter addition, on the mortality of *A. diaperinus* larvae and adults. He also counted with absolute control treatment and another with the application of 10 mL of water in open and closed environment, with six replications, being kept at a temperature of 28.5 ± 2 ° C and RH of $51.0 \pm 10\%$. For treatments with aqueous extract of cloves there was mortalities of 9.16% for adult and 0.0 for larvae and treating water and acid 6.0% for adults and 0.0% for larvae. To other treatments mortality was 100% for adults and larvae, showing that the mortality observed with the application of the clove extract was directly due to the presence of alcohol. As the experiment with alcohol and alcohol diluted in water they were effective in controlling adults and larvae of *A. diaperinus* wherein the 100% control of adult and larvae occurred alcohol from 2.5% indoors and 5.0% open environment and dilution with water from 5% to 10% closed environment and in an open environment.

Key Words: *Alphitobius diaperinus*; poultry litter; alcohol; control.

3.1 Introdução

Entre as atividades agropecuárias a avicultura vem se destacando, através de avanços nas áreas da genética, nutrição, sanidade, aliado as técnicas de manejo especializadas, o que tem levado um frango de corte ficar pronto para o abate com 2,40 kg de peso vivo, aos 42 dias com conversão alimentar de 1,80 kg de ração/kg de ganho de peso (GIROTTI; MIELE, 2004), demonstrando, com o avanço da atividade, sua importância representativa na balança comercial brasileira.

Em busca de atender a demanda interna e externa por carne de frango o manejo da avicultura tem se intensificado com redução do período de vazio sanitário a intervalos reduzidos entre lotes, passando de 7 para 5 dias. Neste contexto também se observa a reutilização da mesma cama por até 6 a 7 ciclos de criação consecutivos. Segundo Prado (2007), esse manejo, com grandes intervalos, acarreta aumento na quantidade de matéria orgânica favorecendo a proliferação de insetos no interior dos aviários.

A umidade presente na cama aviária, proveniente tanto das excretas das aves como da água dos bebedouros com vazamentos, proporciona condições favoráveis ao crescimento da populações do coleoptero *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae), popularmente conhecido como “cascudinho”, sendo uma das principais pragas da avicultura encontradas em aviários de corte e postura a nível mundial (JAPP, 2008).

O cascudinho é responsável por vários problemas que afetam direta ou indiretamente a produção avícola em todo o mundo. Estes insetos servem como ‘alimento alternativo’ para as aves que ao ingerí-los tem sua conversão alimentar reduzida, devido à diminuição do consumo de ração balanceada, e conseqüentemente ingestão de menores quantidades de nutrientes (MARQUES, 2010).

Segundo Matias (1999) vários são os prejuízos causados pelo cascudinho, têm-se observado que as aves infectadas por ele apresentam o fígado friável, fato este atribuído às toxinas da quinona - uma substância produzida para afastar os predadores, liberada por glândulas ao lado da boca. Muitas dessas aves, ao ingerirem a carapaça rígida dos insetos adultos, podem ter hemorragia em função dos danos provocados na moela.

Além dos prejuízos causados no desempenho zootécnico das aves, os cascudinhos são considerados portadores e vetores de agentes patogênicos como bactérias (*Escherichia coli* e *Salmonella sp.*), vírus (doença de Gumboro e Marek), fungos e protozoários (PAIVA, 2000).

O controle de *Alphitobius diaperinus* é considerado difícil, tendo em vista que seus inimigos naturais são pouco conhecidos e os métodos de controle são pouco eficientes e

seguros. O controle químico principalmente à base de piretroides e organofosforados apresentam desvantagens como: eliminação de possíveis inimigos naturais, são nocivos ao meio ambiente e aves, apresentam limitação de uso devido ao curto ciclo de vida das aves e há o potencial surgimento de populações resistentes (ALVES et al., 2006).

O controle químico a base de cipermetrina (piretróide) é o método mais utilizado para o controle do cascudinho atualmente (PRADO, 2007). Spinosa et al. (1996) citam propriedades lipofílicas da cipermetrina que em contato com o insetos causa falta de coordenação e dificuldade de movimentos associados com hipersecreção, tremores, convulsão, queda e morte.

Outro fator relevante é que os ambientes habitados por estes insetos, como o solo, os locais de alta quantidade matéria orgânica (excreta, ração, cepilho), entre as cortinas e as frestas dos galpões, dificultam o seu controle, principalmente em aviários de chão batido, onde esse tipo de piso propicia condições para o desenvolvimento dos insetos, pois permite que as larvas formem galerias e realizem a fase de pupa no interior do solo, acarretando a emergência de insetos adultos (UEMURA et al., 2008). Diante disso avaliou-se o efeito de extrato alcoólico e aquoso de cravo sobre a população de cascudinho.

3.2 Revisão da literatura

3.2.1 Cascudinho

O besouro *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae), conhecido como “cascudinho”, é encontrado em grande quantidade em cama de frango. A criação de aves em confinamento proporcionou ao inseto um hábitat ideal para a sua multiplicação, transformando-o num problema mundial. Segundo Bellaver ; Scheuermann (2004), as condições ambientais da cama, como pH, temperatura, deficiência na ventilação e umidade criam condições favoráveis para o aumento da população do cascudinho.

Ambientalmente o ciclo biológico de *A. diaperinus* é inconstante, dependendo das condições climáticas e da disponibilidade de alimento dura em torno de 55 dias, em temperatura de 27 °C e 80 % de UR (PAIVA, 2000). Após cinco dias da postura, eclode de cada ovo uma larva esbranquiçada, com 1,5 mm de comprimento, fase que se estende por 38 dias, quando os imaturos atingem o tamanho de 13,8 mm de comprimento e coloração marrom escura, passando por até 11 estádios de desenvolvimento (VERGARA; GAZANI, 1996).

Para as condições de galpão seu ciclo biológico fica otimizado, ocorrendo potencialmente a cada lote uma nova geração de insetos. Cada fêmea pode produzir acima de 2 mil ovos (STEELMAN, 1996). De acordo com Silva et al. (2005), após a fase larval, sofrem ecdise por cinco dias, emergindo adultos de coloração branca, que, após quatro dias, adquirem coloração característica (marrom). Os adultos começam a se reproduzir 20 dias após a emergência.

A proliferação de *A. diaperinus* nos aviários é rápida, sendo que o aumento populacional ocorre a cada novo lote. Durante o vazio sanitário, os insetos sobrevivem buscando abrigo no solo e, com a chegada do lote seguinte, reinfestam a cama isso acontece porque o solo apresenta umidade e temperatura favoráveis ao cascudinho (UEMURA et al., 2008).

Em estudo do ciclo biológico do cascudinho em condições de galpão de avicultura desenvolvido em Cascavel, Paraná, foi observado que o número de besouros aumentou continuamente no decorrer das coletas semanais (média de 5.137, na primeira semana, e de 18.494 insetos, na sexta semana), sendo o número de larvas significativamente maior que de adultos (de 1 a 20 vezes em 95% do total de coletas realizadas), onde o crescimento da população esteve relacionado ao acúmulo de camas, observando-se temperaturas mais altas em locais onde a cama era mais profunda (CHERNAKI-LEFFER; ALMEIDA, 2007).

Portanto há necessidade de monitoramento dos aviários individualmente antes do emprego de qualquer medida de controle, devido à grande variabilidade na distribuição dos insetos em um único galpão de criação (CHERNAKI-LEFFER; ALMEIDA, 2007).

3.2.2 Desempenho e aspecto sanitário das aves

Estudos avaliando o comportamento alimentar de frangos de corte alimentados com larvas de cascudinhos verificaram que a diferença do peso médio corporal das aves alimentadas com larvas foi de 173g menor em relação às aves que se alimentam somente de ração (DESPINS; AXTELL, 1995). Japp (2008), alimentando aves com dietas a base de ração e *A. diaperinus* verificou que onde as aves tinham a livre escolha entre os cascudinhos e a ração, essas apresentaram avidez na preferência aos insetos.

Adultos e larvas desta praga perfuram a pele das aves, se alimentando do exsudato sanguíneo e, quando ingeridos, provocam ferimento no trato digestivo superior (papo e moela), podendo ocasionar mortalidade de pintinhos, ainda, podem contaminar a carcaça

durante o processamento no abatedouro, no momento da extração mecânica do papo e da moela (CHERNAKI-LEFFER, 2004).

Nos estágios de larva e adulto desse inseto alimentam-se de carne e órgãos internos de aves mortas ou moribundas. Esse hábito, somado ao contato direto do inseto com a cama das aves (rica em excrementos e restos de ração), faz desse coleóptero um possível veiculador de diversos patógenos, como o vírus da leucose aviária; vírus da Doença de Gumboro; Coronavírus; bactérias como *Micrococcus* sp., *Streptococcus* sp., *Corynebacterium* sp., *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus mirabilis*, *P. vulgaris*, *Paracolobactrum intermedium*, *Escherichia Coli*, *E. intermedia*, *E. freundii*, *Serratia marcescens*, *Klebsiella-Aerobacter*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Salmonella Saint Paul*; fungos como *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *A. repens*, *A. candidus*, *Penicillium* sp. e *Candida* sp. e protozoários como *Eimeria* (CHERNAKI-LEFFER, et al., 2002) e *Clostridium perfringens* (VITORI et al., 2007).

Dentre as bactérias, as do gênero *Salmonella* podem ser destacadas devido sua importância na avicultura e ao risco de contaminação alimentar em seres humanos. Essa bactéria já foi isolada de *A. diaperinus* e sua presença é rotineiramente verificada na cama dos aviários através de pesquisa bacteriológica. Também, *E. coli* é bastante frequente em granjas avícolas, tanto na cama, como no inseto, que contribui na disseminação dessa bactéria em aviários (CHERNAKI-LEFFER; ALMEIDA, 2007).

3.2.3 Controle do cascudinho

O controle de *A. diaperinus* é dificultado pelo seu ciclo de biológico rápido e comportamento que favorecem as reinfestações, pois se abriga em fendas, rachaduras, abaixo dos comedouros ou até mesmo abaixo do solo, próximo aos pilares de sustentação dos galpões (CHERNAKI-LEFFER et al., 2007).

Embora ineficiente, o método mais utilizado de controle do *A. diaperinus* está baseada na utilização de inseticidas químicos (UEMURA et al., 2008), cuja utilização é limitada pela presença constante das aves nos aviários, e ainda que eficientes podem causar a intoxicação dos animais (ALVES et al., 2004). Além disso, a aplicação de produtos químicos, principalmente à base de piretroides e organofosforados, podem apresentar algumas desvantagens. Estas decorrem do potencial surgimento de populações resistentes, da contaminação do ambiente e das aves, a eliminação dos inimigos naturais, bem como limitação de uso devido ao curto ciclo de vida e ao comportamento críptico do inseto,

juntamente com a presença contínua das aves, que favorecem as reinfestações (ALVES et al., 2006).

Aplicações sobre a cama acabam sendo ineficaz, pois, além de atingir insetos presentes apenas na superfície, a alcalinidade da cama, promove a desestabilização do princípio ativo do produto, reduzindo o efeito residual (GEDEN et al., 1998). Em consequência, há rápida reinfestação, exigindo repetidas aplicações, o que favorece a seleção de populações resistentes, como constatado para cipermetrina e diclorvós (CHERNAKI-LEFFER, 2004). A cipermetrina apresenta toxicidade em aves e mamíferos, sendo necessário espera de tempo para a colocação de novas aves nos aviários (SPINOSA et al., 1996).

Na busca do controle alternativo para *A. diaperinus*, várias associações de métodos e o emprego de aditivos tem sido avaliados em substituição ao uso de inseticidas químicos, tornando este um controle menos agressivo a saúde das aves, do homem e a preservação do meio ambiente (OLIVEIRA, 2004).

Wolf (2013) avaliando em laboratório dosagens de 0, 200, 400 e 600 g m⁻² de cal hidratada à cama de frango para controle de *A. diaperinus*, observou percentual médio de mortalidade crescente para adultos, sendo 11,25%, 13,75%, 35,62% e 40,62%, respectivamente. Para larvas, verificou-se maior suscetibilidade, uma vez que a mortalidade de 31,25%, 45,62% e 55%, respectivamente para as dosagens 200, 400 e 600 g m⁻², indicando que, a utilização da cal com o intuito de controlar *A. diaperinus*, pode ser realizada na dosagem de 400 g m⁻² (WOLF, 2013).

Trabalhos visando o controle de *A. diaperinus* vêm sendo desenvolvidos com nematoides (ALVES et al., 2005), extratos e óleos vegetais (MARQUES, 2010), e terra diatomácea (ALVES et al., 2006). A terra diatomácea (TD) é um pó inerte composto por carapaças de algas diatomáceas fossilizadas (GOODWIN, 1923) apud (JAPP, 2008), formadas principalmente por sílica, e que não apresenta toxicidade. Sua ação contra os insetos é física, agindo através da abrasão da epicutícula, o que leva a morte do inseto por dessecação.

Também pode ser relatado outro estudo que avaliou a eficiência de *Beauveria bassiana*, terra diatomácea e microrganismos eficazes (EM-4: composto por bactérias ácido-láticas – *Lactobacillus* e *Pediococcus*, leveduras – *Sacharomyces*, bactérias fotossintéticas e actinomicetos – todos compatíveis entre si), e sua associação, no controle de *A. diaperinus*. Os maiores índices de mortalidade foram observados nas associações de terra de diatomácea com *B. bassiana* e estes com EM-4. O uso conjunto de *B. bassiana* e terra diatomácea podem reduzir o uso de produtos químicos, para o manejo de controle das populações de *A. diaperinus* (SANTORO et al., 2008).

Várias plantas vêm sendo estudadas por apresentarem componentes com ação inseticida. Os óleos vegetais se apresentam eficazes no controle de insetos e são usados como adjuvantes em produtos a fim de aumentar a eficiência de controle (COSTA, et al. 2003).

Marques (2010), avaliando concentrações de óleo de nim (*Azadiracthina indica*) e óleo de citronela (*Cymbopogom wynterianus*) sobre adultos de *A. diaperinus* em laboratório verificou que ambos óleos foram eficientes para o controle de *A. diaperinus*, onde o óleo de nim nas concentrações de 1, 3, 5, 7 e 9 % causou mortalidade de 14 a 47% e o óleo de citronela nas concentrações de 5, 10, 15 e 20% causou mortalidade de 45 a 74% respectivamente, sendo que a maior mortalidade para os tratamentos com óleo de neem e citronela em todas as concentrações ocorreu 24 horas após as pulverizações.

Prado (2007), avaliando em laboratório óleo da *Cassia angustifolia* nas concentrações de 10% e 5% para o controle de adultos e larvas de *A. diaperinus* por um período de 30 dias, observou que as duas concentrações foram efetivas nas primeiras 24 horas, sendo que com 10% após 30 minutos já não havia nenhum indivíduo vivo e com 5% após uma hora todos já haviam morrido, ou seja, uma eficiência de 100% contra indivíduos adultos e larvas de *A. diaperinus*.

O uso de nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss. - Meliaceae) para controle do cascudinho uma vez que há a referência que seu óleo promove altos níveis de proteção (até 150 dias) contra *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae) – caruncho-do-feijão armazenado e, no tratamento de sementes, proporciona a mesma proteção quanto ao uso de malathion (BARBOSA et al., 2002). Contudo, é de interesse ambiental que o controle de insetos e vetores seja feito de maneira a não comprometer o ambiente e nem contaminar os níveis tróficos, seja pela alimentação da ave no consumo humano ou pelo uso da cama, como fornecedor de nutrientes para as culturas vegetais.

O cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) é uma planta muito utilizada como condimento e seu princípio ativo o eugenol vem sendo estudada, provavelmente por ser o causador da repelência e mortalidade dos insetos (AFFONSO et al., 2012). Girão et al. (2014) avaliando cravo-da-índia no controle e repelência do gorgulho (*Z. subfasciatus*), considerada a principal praga dos grãos ou sementes de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) durante o armazenamento, obteve controle de 96% de adultos e classificação de repelente.

Paranhos et al. (2005) avaliando o cravo-da-índia sobre caruncho do feijão *Z. subfasciatus*, nas fases de ovos, pupas e adultos em grãos armazenados de *Phaseolus vulgaris* L., encontrou que o cravo-da-índia foi efetivo no controle da praga, podendo ser utilizado, na dose de 25 g.Kg⁻¹ de grão de feijão armazenado. Portanto o objetivo desse trabalho foi avaliar

o extrato aquoso e alcoólico de cravo-da-índia ambos com e sem a adição de ácido, sobre a mortalidade de adultos e larvas do *A. diaperinus*.

3.3 Material e métodos

3.3.1 Experimento 1 (extrato de cravo-da-Índia)

Para o experimento visando o controle de adultos e larvas do cascudinho *A. diaperinus* foram coletados cama de frangos e insetos provenientes da Granja Sonai de Rolim de Moura, RO, enviados em sacos plásticos fechados, mas com furos, para o laboratório da Fundação Universidade Federal de Rondônia/Campus Rolim de Moura, onde se fez a retirada de todos os insetos adultos das amostras (cama de frango) permanecendo as larvas.

Foram adicionados 20 insetos adultos e 135 indivíduos em vários estádios larvais, em 100g de cama de frango recebendo 20 ml de cada tratamento com leve incorporação para homogeneização e em seguida acondicionados em garrafas plásticas (PET) cortadas ao meio e encaixada de forma a permitir a entrada de oxigênio e evitar a fuga dos insetos, em três repetições, os tratamentos foram mantidos em temperatura de $28,5 \pm 2$ °C e UR de $51,0 \pm 10\%$, em laboratório. Os tratamentos avaliados foram os seguintes:

T1: Extrato alcoólico de cravo

T2: Extrato aquoso de cravo

T3: Água e álcool

T4: Extrato alcoólico de cravo acidificado

T5: Álcool

T6: Extrato aquoso e alcoólico de cravo acidificado

T7: Água e ácido

O cravo-da-índia foi triturado em liquidificador e o extrato preparado da seguinte forma: 40 gramas de cravo triturado para 100 ml de água ou álcool etílico 96% (C_2H_5OH) por 48 horas, o extrato aquoso e alcoólico de cravo foi composto de 50% extrato aquoso e 50% de extrato alcoólico. Para acidificação do extrato foi utilizado o ácido clorídrico a 1%, afim observar o comportamento dos insetos em meio ácido. Em função do período de avaliação considerou-se como testemunha 100% dos insetos vivos.

Para mortalidade do cascudinho adulto e larva de vários estágios procedeu-se a contagem dos indivíduos mortos e vivos após 24 e 48 horas da adição dos tratamentos e determinados a porcentagem de mortalidade.

3.3.2 Análise estatística

Para a mortalidade de *A. diaperinus* as análises estatísticas foram realizadas empregando-se o delineamento inteiramente casualizado simples. Para comparação entre os tratamentos, utilizou-se o teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, todas as análises foram realizadas com auxílio do software livre R (R Core Team, 2014).

A partir dos resultados do experimento anterior outro experimento foi realizado com o intuito de controlar o adulto e larva do cascudinho, onde se avaliou concentrações de álcool e álcool com diluição em água constando de uma testemunha absoluta e testemunha acrescida de 10 ml de água.

3.3.3 Experimento 2 (uso de álcool)

As amostras foram compostas por 100 gramas de cama de frangos isenta de larvas e adultos de cascudinho sendo adicionados 20 insetos adultos e 135 larvas de vários estádios em um recipiente de garrafas plásticas (PET) cortadas ao meio caracterizando dois ambientes, o fechado garrafa (PET) fechada com a parte superior da mesma e aberto com garrafa (PET) cortada a 15 cm com uma tela na superfície e fixado nas bordas com liga de borracha para evitar a fuga dos insetos, os tratamentos foram adicionados com uma leve incorporação para homogeneização, em seis repetições.

As avaliações (contagem de adultos e larvas) ocorreram 24 e 48 horas após a adição dos tratamentos, sendo a mortalidade determinada em porcentagem, os tratamentos avaliados foram os seguintes:

T1: Testemunha (absoluta)

T2: Testemunha 10 ml de Água

T3: Álcool a 1%

T4: Álcool a 2,5%

T5: Álcool a 5%

T6: Álcool a 7,5%

T7: Álcool a 10%

T8: Álcool + água a 1%

T9: Álcool + água a 2,5%

T10: Álcool + água a 5%

T11: Álcool + água a 7,5%

T2: Álcool + água a 10%

As concentrações dos tratamentos (1,0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10%), tanto para álcool como para álcool+água são em relação ao volume da cama de frango de cada recipiente (100 gramas). Para o tratamento (álcool+água) sua composição se da seguinte forma 50% de álcool e 50% de água.

3.3.4 Análise estatística

Para a mortalidade de *A. diaperinus* adultos e larvas as análises estatísticas foram realizadas empregando-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial duplo 12 x 2 (tratamentos x ambientes), com seis repetições. Para comparação entre os tratamentos, utilizou-se o teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas com auxílio do software livre R (R Core Team, 2014).

3.4 Resultados e discussão

3.4.1 Experimento 1 (extrato de cravo)

A mortalidade de cascudinho adulto ($F_{6, 28} 1,22$; $P 0,3273$), as médias de mortalidade foram de 100% para os tratamentos Ext. Alcoólico de cravo; Água e álcool; Ext. alcoólico de cravo acidificado; Álcool, Ext. aquoso e alcoólico de cravo acidificado, e para os tratamentos Ext. aquoso de cravo e água e ácido foi observado mortalidade menor que 10% (Tabela 11).

Para larva ($F_{6, 28} = 1,0000e+00$; $P 0,4128$) as médias de mortalidade foram de 100% para os tratamentos Ext. Alcoólico de cravo; Água e álcool; Ext. alcoólico de cravo acidificado; Álcool; e Ext. aquoso e alcoólico de cravo acidificado, e para os tratamentos Ext. aquoso de cravo e água e ácido não houve mortalidade (Tabela 11). Observou se que os tratamentos onde há presença de álcool em sua composição causaram mortalidade tanto em insetos adultos como em larvas no período estudado.

Tabela 11 - Mortalidade em (%) de adultos e larvas de *A. diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae), causada por extratos aquoso e alcoólico de cravo-da-índia com e sem a presença de ácido, após 48 horas.

Tratamentos	Mortalidade (%)	
	Adultos	Larvas
Ext. alcoólico de cravo	100,00 a	100,00 a
Ext. aquoso de cravo	9,16 b	0,00 b
Água e álcool	100,00 a	100,00 a
Ext. alcoólico de cravo e acidificado	100,00 a	100,00 a
Álcool	100,00 a	100,00 a
Ext. aquoso e alcoólico de cravo e acidificado	100,00 a	100,00 a
Água e ácido	6,00 c	0,00 b
CV	3,34	0,00

Notas: Medias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

As mortalidades para larva e adulto de cascudinho encontradas neste trabalho chamou a atenção por alguns aspectos como: rapidez no controle e ausência de sintomas evolutivos que acarretasse a morte, ou seja, no momento da avaliação os insetos já estavam todos mortos. Neste experimento ficou evidente a ação do álcool sobre adultos e larvas do cascudinho não sendo atribuído mortalidades ao cravo e sim a presença de álcool no tratamento. Para os tratamentos que não, possuíam álcool em sua composição (Ext. aquoso de cravo e Água e ácido) os valores encontrados de mortalidade de *A. diaperinus* adultos após a adição foi de 9,16% e 6% respectivamente, resultados que podem estar relacionado à morte natural do inseto, e para as larvas nas mesmas condições não foram observadas mortalidades.

Duarte et al. (2012), avaliou a cada 24 horas durante oito dias o cravo-da-índia (*S. aromaticum*), folhas de nim (*A. indica*) e folhas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill), todos em pó em duas concentrações (10 e 15%) para o controle do caruncho-do-feijão (*Acanthoscelides obtectus*) obtendo com o cravo-da-índia nas duas concentrações mortalidade de 100% dos insetos após 48 horas, sendo que esse tratamento foi o único produto eficiente.

Para melhor compreensão sobre a mortalidade de adultos e larvas do *A. diaperinus* em relação ao componente álcool, concentrações e diluições do álcool em água foram testados em larvas e adultos em dois ambientes: fechado e aberto, simulando o que seria um tratamento com cobertura da cama com lona plástica e aberto correspondendo somente a uma aplicação superficial.

3.4.2 Experimento 2 (uso de álcool)

Na Tabela 12 estão apresentados os valores médios para mortalidade de adultos de *A. diaperinus* cascudinho em função de concentrações e diluições de álcool em dois ambientes. Houve interação entre os tratamentos e ambientes sobre a mortalidade de adultos (F e P).

Tabela 12 - Mortalidade em (%) de adultos do cascudinho, *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae), causada por diferentes concentrações e diluições de álcool, em dois ambientes, após 48 horas.

Tratamentos	Mortalidade (%) em ambientes		GI=1, 240; F ^P
	Fechado	Aberto	
T1: Testemunha absoluta	0,0 ± 0,00 d	0,0 ± 0,00 c	0,00 ^{1,0000}
T2: Testemunha com 10% água	0,0 ± 0,00 d	0,0 ± 0,00 c	0,00 ^{1,0000}
T3: Álcool a 1%	21,7 ± 10,25 c	0,0 ± 0,00 c	43,81 ^{0,0001}
T4: Álcool a 2,5%	100 ± 0,00 a	0,0 ± 0,00 c	933,30 ^{0,0001}
T5: Álcool a 5,0%	100 ± 0,00 a	100 ± 0,00 a	0,00 ^{1,0000}
T6: Álcool a 7,5%	100 ± 0,00 a	100 ± 0,00 a	0,00 ^{1,0000}
T7: Álcool a 10,0%	100 ± 0,00 a	100 ± 0,00 a	0,00 ^{1,0000}
T8: Álcool + água a 1%	0,0 ± 0,00 d	0,0 ± 0,00 c	0,00 ^{1,0000}
T9: Álcool + água a 2,5%	55,8 ± 8,03 b	0,0 ± 0,00 c	290,94 ^{0,0001}
T10: Álcool + água a 5,0%	100 ± 0,00 a	0,0 ± 0,00 c	933,30 ^{0,0001}
T11: Álcool + água a 7,5%	100 ± 0,00 a	17,9 ± 6,69 b	628,83 ^{0,0001}
T12: Álcool + água a 10,0%	100 ± 0,00 a	100 ± 0,00 a	0,00 ^{1,0000}

Notas: Média (± EP) seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve diferença estatística entre as concentrações e diluições de álcool nos ambientes fechado e aberto no controle de adultos de *A. diaperinus*.

No ambiente fechado o álcool a partir de 2,5% (T4) e Álcool + água a partir de 5,0% (T10) foram 100% efetivo no controle. Os demais tratamentos testemunha absoluta (T1), testemunha com 10% água (T2), Álcool a 1% (T3); Álcool + água a 1% (T8) e Álcool + água a 2,5% (T9) apresentaram valores de 0,0; 0,0; 21,7; 0,0 e 55,8%, respectivamente para mortalidade de adultos de cascudinho.

Para o ambiente aberto o controle de adultos de cascudinho a partir dos tratamentos de álcool a 5,0% (T5; T6; T7), e para o Álcool + água a 10% (T12) foram 100% efetivo no controle. Os demais tratamentos (T1; T2; T3; T4; T8; T9; e T10) não apresentaram controle e o Álcool + água a 7,5% (T11) apresentou valor de 17,9% para mortalidade de adultos de *A. Diaperinus* (Tabela 12).

Observou-se que o controle de adultos de *A. Diaperinus* ocorreu em concentrações maiores de álcool e álcool+água em ambiente aberto em relação ao ambiente fechado, provavelmente devido a característica volátil do álcool.

Na Tabela 13 estão apresentados os valores médios seguidos pelo erro padrão para mortalidade de larvas de cascudinho em função de concentrações e diluições de álcool em dois ambientes. Houve interação entre os tratamentos e ambientes sobre a mortalidade de adultos (F e P).

Tabela 13 - Mortalidade em (%) de larvas do cascudinho, *Alphitobius diaperinus* (Coleóptera: Tenebrionidae), causada por diferentes concentrações e diluições de álcool, em dois ambientes, após 48 horas.

Tratamentos	Mortalidade (%) em ambientes		GI=1, 240; F ^p
	Fechado	Aberto	
T1: Testemunha absoluta	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 d	2,92 ^{0,0887}
T2: Testemunha com 10% água	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 d	1e-04 ^{0,9934}
T3: Álcool a 1%	100 ± 0,00 a	0,0 ± 0,00 d	3,784 ^{0,0001}
T4: Álcool a 2,5%	100 ± 0,00 a	40,0 ± 0,00 c	1,34 ^{0,0001}
T5: Álcool a 5,0%	100 ± 0,00 a	100 ± 0,00 a	0,00 ^{1,0000}
T6: Álcool a 7,5%	100 ± 0,00 a	100 ± 0,00 a	0,00 ^{1,0000}
T7: Álcool a 10,0%	100 ± 0,00 a	100 ± 0,00 a	0,00 ^{1,0000}
T8: Álcool + água a 1%	20,0 ± 0,00 b	0,0 ± 0,00 d	1,49 ^{0,0001}
T9: Álcool + água a 2,5%	100 ± 0,00 a	0,0 ± 0,00 d	3,73 ^{0,0001}
T10: Álcool + água a 5,0%	100 ± 0,00 a	80,0 ± 0,00 b	1,49 ^{0,0001}
T11: Álcool + água a 7,5%	100 ± 0,00 a	100 ± 0,00 a	0,00 ^{1,0000}
T12: Álcool + água a 10,0%	100 ± 0,00 a	100 ± 0,00 a	0,00 ^{1,0000}

Notas: Média (± EP) seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

Para larvas de cascudinho houve diferença estatística entre as concentrações e diluições de álcool, no ambiente fechado e aberto para o controle de adultos de *A. diaperinus*.

No ambiente fechado o álcool a partir de 1% (T3) e Álcool + água a partir de 2,5% (T9) foram 100% efetivo no controle das larvas de *A. diaperinus*. Os demais tratamentos testemunha absoluta (T1), testemunha com 10% água (T2) e Álcool + água a 1% (T8) apresentaram valores de 0,0; 0,0 e 20,0%, respectivamente para mortalidade de larvas de *A. diaperinus*.

Para o ambiente aberto o controle de larvas de *A. diaperinus* a partir dos tratamentos de álcool a 5,0% (T5), e para o Álcool + água a 7,5% (T11) foram 100% efetivo no controle. Os demais tratamentos (T1; T2; T3; T8 e T9) não apresentaram controle, sendo que o álcool a

2,5% (T4) e o Álcool + água a 5,0% (T10) apresentaram valores de 40,0 e 80,0%, respectivamente, para mortalidade de adultos de *A. Diaperinus* (Tabela 13).

Sabendo-se que o álcool é volátil e seu uso no período de vazio sanitário espera-se que este não apresente efeito negativo sobre a criação das aves. Pressupõe-se que o álcool diluído em água facilite a aplicação e diminua riscos de combustão e custos. Encontramos na literatura o uso do álcool somente parte integrante de preparados com ação inseticida e repelente, onde sua função auxiliar na extração dos princípios ativos. O álcool 70% é utilizado na entomologia agrícola para sacrificar e conservar insetos adultos e jovens (larvas e ninfas) (GALLO et al., 2002).

Carneiro et al. (2012), descreve a câmara mortífera para insetos constituída de um recipiente de vidro cujo fundo é preenchido por algodão embebido em substância tóxica para o inseto (acetato, acetona, éter ou álcool). Insetos jovens e adultos de corpo mole podem ser preservados de forma líquida em álcool 70%.

Embora o álcool tenha demonstrado ação inseticida e larvicida é necessário mais estudo visando à possibilidade deste tratamento se tornar uma tecnologia economicamente viável.

3.5 Conclusões

O efeito de mortalidade observado com a aplicação dos extratos de cravo foi diretamente devido a presença do álcool.

Com o uso do álcool, verificou-se que para o controle de 100% de adultos e larvas de *A. Diaperinus* em cama de frango são necessárias concentrações de 2,5% de álcool em ambiente fechado e 5,0% em ambiente aberto.

Para o álcool diluído em água o controle de adultos e larvas foi efetivo com 5% em ambiente fechado e 10% em ambiente aberto.

REFERÊNCIAS

- AFFONSO, R. S.; RENNO, M. N.; SLANA, G. B. C. A.; FRANÇA, T. C. C. Aspectos Químicos e Biológicos do Óleo Essencial de Cravo da Índia. **Revista Virtual de Química**, 4(2), 146-161, 2012.
- ALVES, L. F. A.; ALVES, V. S.; BRESSAN, D. F.; NEVES, P. M. O. J.; ALVES, S. B. Ocorrência de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. em adultos de cascudinho (*Alphitobius diaperinus*) (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) em aviários comerciais em Cascavel, PR. **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 6, p. 793-795, 2004.
- ALVES, L. F. A.; BUZARELLO, G. D.; OLIVEIRA, D. G. P.; ALVES, S. B. Ação da terra de diatomácea contra adultos do cascudinho *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 73, n. 1, p.115-118, 2006.
- ALVES, L. F. A.; ROHDE, C.; ALVES, V. S. Patogenicidade de *Steinernema glaseri* e *S. carpocapse* (Nematoda: Rhabdita) contra o cascudinho, *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) **Neotropical Entomology**. v. 34, n. 1, p. 139 – 141, 2005.
- BARBOSA, F. R. et al . Controle do caruncho-do-feijoeiro *Zabrotes subfasciatus* com óleos vegetais, munha, materiais inertes e malathion. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 37, n. 9, Sept. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext;pid=S0100-204X2002000900002;lng=en;nrm=iso>. Acesso em: 20 jan. 2009.
- BELLAVER, C. ; SCHEUERMANN, G. **Aplicações dos ácidos orgânicos na produção de aves de corte**. Palestra apresentada na Conferencia AVISUI. Florianópolis SC, 2004.
- CARNEIRO, A; NOBRE, C. E. B; NUNES, R. V; UHDE, V. **Manual de procedimentos de conservação, armazenamento e montagem de insetos**. 2012. Disponível em: <http://www.cemafauna.univasf.edu.br/arquivos/files/manual_procedimento_insetos.pdf> Acesso em: 15 ago. 2015.
- CHERNAKI-LEFFER, A. M. **Dinâmica populacional, estimativa da resistência a inseticidas e alternativas de controle para o cascudinho *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae)**. 2004. 123f. Tese (Doutorado em Ciências) - Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.
- CHERNAKI-LEFFER, A. M.; ALMEIDA, L. M. Exigências térmicas, período de desenvolvimento e sobrevivência de imaturos de *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 3, p. 365-368, 2001. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2007. (Comunicado Técnico, 467).
- CHERNAKI-LEFFER, A. M.; BIESDORF, S. M.; ALMEIDA, L. M.; LEFFER, E. V. B.; VIGNE, F. Isolamento de enterobactérias em *Alphitobius diaperinus* e na cama de aviários no oeste do estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, n. 4, p. 243-247, 2002.

COSTA, E. A. D.; ALMEIDA, J. E. M.; LOUREIRO, E. S.; SANO, A. H. Compatibilidade de adjuvantes no desenvolvimento “in vitro” dos fungos entomopatogênicos *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin e *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 22, p.38-41, 2003.

DESPINS, J. L.; AXTELL, R. C. Feeding behavior and growth of broiler chicks fed larvae of the darkling beetle, *Alphitobius diaperinus*. **Poultry Science**, v. 74, p. 331-336, 1995.

DUARTE, M. E.; ALMEIDA, E. H. N.; GOES, L. B. O.; SANTOS, J. M.; SANTOS, M. D.; BROGLIO, S. M. F.; SILVA, E. S. Controle alternativo do caruncho (*Acanthoscelides obtectus* Say, 1831) (Coleoptera: Bruchidae) em feijão (*Phaseolus vulgaris* L., 17530). In: Congresso Brasileiro de Entomologia, XXIV. Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2012.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. v. 10, 920 p.

GEDEN, C. J.; AXTELL, J.J.; RUTZ, D. A.; STEINKRAUS, D. C. Laboratory evaluation of *Beauveria bassiana* (Moniliales: Moniliaceae) against the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera:Tenebrionidae), in poultry litter, soil, and a pupal trap. **Biological Control**, v. 13, n. 2, p. 71-77, 1998.

GIRÃO FILHO, J. E.; ALCÂNTARA NETO, F.; PÁDUA, L. E. M.; PESSOA, E. F. Repelência e atividade inseticida de pós vegetais sobre *Zabrotes subfasciatus* Boheman em feijão-fava armazenado. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 16, n. 3, p. 499-504, 2014.

GIROTTI, A. F., MIELE, M. **Estudos da Embrapa** - situação atual e tendências para a avicultura de corte nos próximos anos. Redação AI, Ed. 1129, 2004.

JAPP, A. K. **Influência do *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera, Tenebrionidae) no desempenho zootécnico de frangos de corte e avaliação da terra de diatomácea como estratégia para o seu controle**. 2008. 58f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal do Paraná, PR. 2008.

MARQUES, C. R. G. **Mortalidade de *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) por óleo de neem e citronela**. 2010. 35 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2010.

MATIAS, R. S. **Cascudinho**. Zeneca: Jun, 1999. (informativo).

OLIVEIRA, M. C; FERREIRA, H. A; CANCHERINI, L. C. **Efeito de condicionadores químicos sobre a qualidade da cama de frango**. Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 56, n. 4, p. 536-541, ago. 2004.

PAIVA, D. P. Controle de moscas e cascudinhos. Desafios na produção agrícola. In: SIMPÓSIO SOBRE RESÍDUOS DA PRODUÇÃO AVÍCOLA, 2000, Concórdia, SC. **Anais...** Concórdia: Embrapa de Suínos e Aves, 2000.

PARANHOS, A. J. P.; CUSTÓDIO, C. C.; NETO, N. B. M.; RODRIGUES, A. S. Extrato de neem e cravo da índia no controle de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera:

Bruchidae) em sementes de feijão armazenado. **Colloquium Agrariae**, v. 1, n. 1, p. 1-7, 2005.

PRADO, G. P.; **Caracterização química e bioatividade do óleo essencial de *Cunila angustifolia* Benth (Lamiaceae) sobre *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae)**. 2007. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Comunitária Regional de Chapecó. Chapecó. 2007.

R Core Team (2014). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

SANTORO, P. H.; NEVES, P. M. O. J.; CAVAGUCHI, S. A. CONSTANSKI, K.; AMARO, J. T.; ALVES, L. F. A.; GOMES, B. B. Controle associado de *Alphitobius diaperinus* e efeito de microrganismos eficazes no desenvolvimento de *Beauveria bassiana*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 43, n. 1, p.1-8, jan. 2008.

SILVA, A. S.; HOFF, G.; DOYLE, R. L.; SANTURIO, J. M.; MONTEIRO, S. G. Ciclo biológico do cascudinho *Alphitobius diaperinus* em laboratório. **Acta Scientiae Veterinariae**. v. 33, n. 2, p. 177-181, 2005.

SPINOSA, H. S.; GORNIK, S. L.; BERNARDI, M. M. **Farmacologia aplicada a medicina veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.

STEELMAN, D. Beetles threaten profit by damaging house insulation, carrying diseases and reducing growth, fees efficiency. **Poultry Digest**, p. 22-23, 1996.

UEMURA, D. H.; ALVES, L. F. A.; OPAZO, M. A. U.; ALEXANDRE, T. M.; OLIVEIRA, D. G. P.; VENTURA, M. U. Distribuição e dinâmica populacional do cascudinho *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) em aviários de frango de corte. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 75, n. 4, p. 429-435, out-dez 2008.

VERGARA, C.; GAZANI, R. Biologia de *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Revista Peruana de Entomologia**, v. 39, p. 1-5, 1996.

VITTORI, J.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P.; TROVÓ, P. K.; RIBEIRO, C. A. M.; BARBOSA, G. G.; SOUZA, L. M.; PIGATTO, C. P. *Alphitobius diaperinus* spp como veiculador de *Clostridium perfringens* em granjas avícolas do interior paulista - Brasil. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 3, jun. 2007.

WOLF, J. **Associação de métodos químicos e físicos visando o controle de *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae)**. 2013. 116 f. dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos. PR, 2013.

CONCLUSÕES GERAIS

Pelas condições em que foi desenvolvido esse estudo é possível concluir que:

- a) Entre os aditivos avaliados, o óxido de zinco (ZnO), superfosfato triplo (SFT), superfosfato simples (SFS), ácido bórico (H_3BO_3) e sulfato de cobre ($CuSO_4$) se mostraram eficiente para redução dos níveis de amônia volatilizada em cama de frangos;
- b) As soluções aquosas com ácidos orgânicos também podem promover a redução na volatilização, contudo seu uso em galpões não deve comprometer a umidade da cama;
- c) Aditivos alternativos como extrato de nim ou de cravo-da-Índia não apresentaram efeitos satisfatórios na redução dos níveis de amônia volatilizada em cama de frango;
- d) Dentre os fatores estudados (pH, temperatura e umidade) podem ser indicados como o principais desencadeadores do mecanismo de volatilização;
- e) O uso de aditivos á cama de frango pode ser de interesse econômico desde que haja mercado para cama de frangos enriquecida pelo aditivo e nitrogênio, para a adubação de culturas;
- f) Novos estudos devem ser realizados para avaliar o potencial fertilizante e/ou limitante dos aditivos junto à cama de frango para culturas;
- g) O efeito de mortalidade observado com a aplicação dos extratos de cravo foi diretamente devido à presença do álcool;
- h) Com o uso do álcool, verificou-se que para o controle de 100% de adultos e larvas de *A. Diaperinus* em cama de frango são necessárias concentrações de 2,5% de álcool em ambiente fechado e 5,0% em ambiente aberto;
- i) Para o álcool diluído em água o controle de adultos e larvas foi efetivo com 5% em ambiente fechado e 10% em ambiente aberto.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Sistema de criação de aves e condução da pesquisas



Aviário Convencional



Aviário Dark House



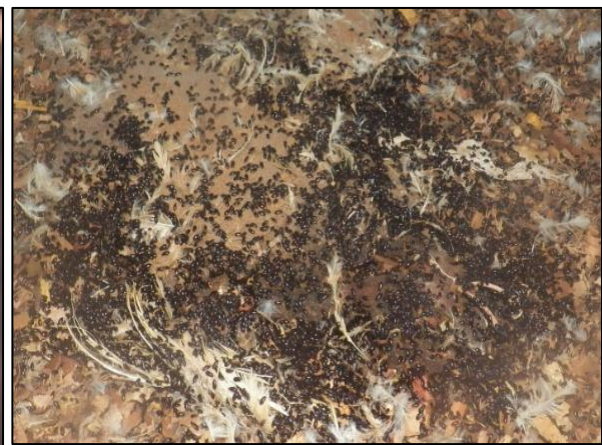
Armazenagem e fornecimento de ração



Vazio sanitário



Cegueira causada pela amônia



Cascudinho em resto de carcaça de frango.



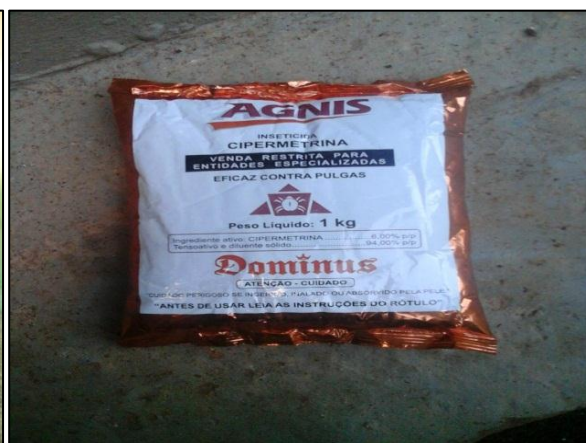
Amostragem de cama para densidade



Determinação da umidade da cama.



Aditivos químicos



Amostras de cama com aditivos



Titulação do amônia volatilizada



Contagem de cascudinhos mortos



Monitoramento da volatilização de amônia